

Optische Untersuchungen

veranlasst durch die totale

Sonnenfinsterniss

des 28. Juli 1851.

Von

Dr. Frh. v. Feilitzsch,
a. Prof. in Greifswald.



Mit drei colorirten Tafeln.

GREIFSWALD 1852,
C. A. Kochs Verlagshandlung.
(Th. Kunike.)

Seinem Freunde

Dr. Friedberg

gewidmet vom

Verfasser.

Es war uns für den 28sten Juli d. J. eine totale Sonnenfinsterniss verkündigt. Diese Erscheinung nahm auch mein Interesse, und vielleicht um so mehr, in Anspruch, als unser bescheidener Erdwinkel vom Interessanten so selten aufgesucht wird. Die Tagesliteratur über die in Aussicht stehende Begebenheit führte mich weiter, auch die Originaldarstellungen früherer Beobachtungen nachzulesen und namentlich waren es die Untersuchungen und Zusammenstellungen des Herrn Arago über die Beobachtungen der totalen Finsterniss von 1842, welche meine Begierde reizten, gewisse Erscheinungen aus dem Kreise des Wunderbaren zu ziehen.

Im Jahre 1842 war nämlich zu den absonderlichen Phänomenen des Strahlenkranzes, welcher das Doppelgestirn während der Verfinsterung umgiebt, und der eigenthümlichen Farbenänderung, welche vor, während und nach der totalen Finsterniss wahrgenommen wird, noch ein drittes hinzugekommen, das Phänomen der rothen Hervorragungen. Hatte auch schon Bigerus Vassenius, Professor der Mathematik in Gothenburg, am 2. Mai (jul. Kal.) 1733 dieselben beobachtet, so waren sie doch erst 1842 zu einer allgemeinen Kenntniss gelangt und erst einmal wieder — von Herrn Kutczycki am 8. August 1850 in Honolulu — konstatirt worden. Schon zur Erklärung der älteren Phänomene nahm man neue

Hypothesen zu Hülfe, man sah in der Korona die Atmosphäre der Sonne, deren Licht zu schwach sei, um erst mit der Verdunkelung des grelleren Sonnenlichts wahrgenommen werden zu können; man wollte aus den Farbenerscheinungen herauslesen, dass die Sonne von den Rändern anderes Licht ausstrahle, als von der Mitte: nun kam noch eine neue Erscheinung hinzu und mit derselben auch neue Hypothesen. Nachdem Herr Airy geäussert hatte: „um meine Meinung ohne Rückhalt zu sagen, so glaube ich nicht, dass bis jetzt irgend Jemand eine befriedigende Erklärung derselben gegeben hat", wurde durch Herrn Kutczycki nach Herrn Arago's Vorgang eine befriedigendere Erklärung versucht als die bis dahin bekannten. Herr Kutczycki hatte nämlich kurz nach der Verfinsterung an derjenigen Stelle der Sonne, an welcher er während der Verfinsterung eine Flamme beobachtete, eine Sonnenfackel gesehen, welche sich allmälig mit der Rotation der Sonne von Osten nach Westen bewegte. Er stellte demnach die Meinung auf, die Sonnenfackeln haben ihren Ort in der Atmosphäre der Sonne, projiciren sich für gewöhnlich auf deren Oberfläche, erscheinen aber als lichte Fortsätze des Sonnenrandes, wenn sie gerade sich in dessen Ebene befinden, und das stärkere Licht der Sonne durch den Mond verdeckt wird. Gegen diese Ansicht lässt sich vor allem anführen, dass sie eben nichts ist, als wieder eine neue Hypothese. Und können wir mit älteren schon bewährten Annahmen eine Erklärung der Phänomene geben, so wird die letztere sicher der ersteren vorzuziehen sein.

Fast alle Hypothesen, die mir über die genannten Phänomene bekannt geworden sind, haben eine eigenthümliche Färbung, ich möchte sie mit dem Ausdruck einer „topographischen" bezeichnen. Den Grund suche ich

darin, dass bis jetzt die Sonnenfinsternisse fast ausschliesslich von Astronomen beobachtet worden sind. Ist aber einmal eine physikalische Erklärung gewagt worden, so sieht man an der Oberflächlichkeit ihrer Motivirung, dass man die Erscheinung zu sehr ausserhalb des Bereiches der Physik liegend betrachtete, um sie eines gründlicheren Studiums zu würdigen.

Bei mir befestigte sich schon während der die Beobachtung der diesjährigen Sonnenfinsterniss vorbereitenden Studien immer mehr und mehr die Ansicht, dass man es hier nicht sowohl mit blos astronomischen, sondern mit physikalischen Erscheinungen zu thun habe, und dass alle die genannten Phänomene sich aus der Theorie der Beugung und der Interferenz des Lichtes erklären liessen. Ja ich kam noch weiter zu der Ueberzeugung, dass Phänomene der beobachteten Art nach physikalischen Grundsätzen unter den obwaltenden Bedingungen eintreten müssten, selbst wo die Möglichkeit einer Mitwirkung astronomischer Ursachen ausgeschlossen sei.

Denn wenn die Strahlen der Sonne an den Rändern des Mondes vorbeistreifen, so muss nothwendiger Weise das Licht eine Beugung erfahren; an gewissen Stellen im Raume muss nothwendiger Weise das gebeugte Licht interferiren und zu Farbenerscheinungen Anlass geben; am Rande des Mondes haben die Astronomen Berge nachgewiesen, das an diesen Bergen vorbeistreifende Licht muss ebenfalls gebeugt werden und zu Inteferenzerscheinungen führen. Natürlich drängte sich hierbei die Frage auf, welchen Anblick werden diese Vorgänge gewähren? Und die Antwort war: ein Beobachter sieht um den verfinsternden Mond herum einen lichten Strahlenkranz; das zum Beobachter vor, während und nach der Verfinsterung kommende Licht

ist in einer bestimmten Aufeinanderfolge verschieden gefärbt, und unter gewissen sehr wahrscheinlichen Bedingungen zeigen sich am Rande des Mondes farbige Hervorragungen oder losgelöste Flecke, die mit der Verschiebung der beiden Gestirne gegeneinander an Glanz und Ausdehnung wachsen oder abnehmen. Aber warum sträubt man sich so sehr, in den genannten Phänomenen Beugungs- und Interferenzerscheinungen zu erblicken? Ich suche den Grund darin, dass man nicht gewöhnt ist, nach der unmittelbaren Wirkung dieser Erscheinungen auf den Beobachter zu fragen, dass vielmehr alle Erörterungen derselben in Lehrbüchern und Vorlesungen darauf hinausgehen, sie objektiv darzustellen; sei es dass man sie auf einen Schirm projicirt, oder direkt auf die Netzhaut des Auges oder in den Bildraum eines Fernrohres.

Um aber prüfen zu können, ob die Ansicht, zu welcher ich auf dem theoretischen Wege gewissermassen aprioristisch gelangt war, stichhaltig sei, war vor allem die eigene Anschauung des Phänomens nothwendig.

Der mir zu diesem Ende von meinem Herrn Ressortminister geneigt ertheilte Urlaub führte mich nach Karlskrona in Schweden. Ich hatte unter den in der Linie der centralen Verfinsterung gelegenen Orten, diesen gewählt, weil ich fürchtete, dass die Orte näher den Westküsten von Schweden oder Deutschland durch Wolken und Niederschläge in Folge der wieder eingetretenen westlichen Luftströmungen leichter heimgesucht werden möchten, als dieser von der Westküste möglichst entfernte Ort. Der Erfolg hat meine Vermuthung bestätigt, denn während in Gothenburg, Danzig, Frauenburg u. a. Orten der Himmel sich erst kurz vor der Verfinsterung aufgehellt hatte, war Karlskrona bis gegen Abend von heiterem Wetter begünstigt. Ferner

glaubte ich durch Häufung der Stationsorte auch meinerseits zu einer grösseren Wahrscheinlichkeit der Beobachtung beitragen zu müssen, und es war mir bekannt geworden, dass namentlich Gothenburg und Danzig von mehren andern Beobachtern aufgesucht werden würden.

Am 27. Juli Nachmittags kam ich in Kralskrona an, und fand, dass meine wenigen Instrumente von einer eintägigen Seereise und einer dreitägigen Landfahrt nicht gelitten hatten. Ich hatte mich mit zwei in $1/5$ Reaumur-Grade und mit einem in ganze Reaumur-Grade getheilten Thermometern, mit einem Fernrohre und mehren Polarisationsvorrichtungen versehen.

Das Fernrohr war ein Erdrohr, zeigte also die Gegenstände in ihrer natürlichen Lage. Es hatte ein Objectiv von 45 Millimeter Durchmesser und 48 Centimeter Fokaldistanz. Es vergrösserte nur 20mal in der Linie, hatte aber ein Gesichtsfeld von $1^0\ 26'\ 6''$. Leider stand mir ein besseres Fernrohr nicht zur Disposition. In das Diaphragma des Okulars hatte ich zur bequemern Beurtheilung der Grössen ein Netz von je 10 senkrecht aufeinanderstehenden Spinnefäden eingezogen.

Der Mühe, einen Ort zur Beobachtung zu suchen, wurde ich durch die Zuvorkommenheit des Officiers in der Marine Herrn Kleman überhoben, der mir mit jener mehrfach erprobten schwedischen Hospitalität einen steinernen Tisch in einem besonders zur Beobachtung der Sonnenfinsterniss auf den Werften erbauten kleinen Observatorium überliess. Dieses Observatorium war auf einem niederen Abhang fast unmittelbar am Meere aufgeführt und nach den Haupthimmelsrichtungen orientirt; nach Süden und Westen bot es die Aussicht auf das Meer und die in demselben liegenden Klippen, und nach Ost und Nord war der Horizont durch die Mauer beschränkt, welche die Werfte von der Stadt trennt. Auf

der Westseite war eine Luke angebracht, um durch dasselbe die Fernröhre nach der Sonne zu richten.

Den ganzen Vormittag war der Himmel heiter gewesen, doch er hatte eine ziemlich blassblaue Farbe. Als ich nach der Beobachtung das Observatorium verliess, hatten sich einzelne Haufen-Wolken angesammelt, die sich gegen Abend mehrten. Die Beobachtung selbst wurde jedoch in keiner Weise gestört.

Auf der Südseite des Häuschens hatte ich eines der mitgebrachten Thermometer mit geschwärzter Kugel einen Fuss von der Wand aufgestellt und auf der Nordseite in ähnlicher Weise ein anderes angebracht. Die Beobachtungen derselben haben nichts besonderes ergeben. Die Temperaturdifferenz beider vor dem Beginn der Finsterniss betrug nur 2°,4 R. Es wehte nämlich ein ziemlich frischer Wind von der Seeseite und kühlte das ihm ausgesetzte geschwärzte Thermometer beträchtlich ab. Die geringste Differenz während der totalen Verfinsterung betrug 0°, 4 R.

Ferner hatte ich 12 verschiedene Farben auf weisse Pappe aufgetragen, um aus etwaigen Veränderungen derselben Schlüsse auf diejenigen Farben machen zu können, welche sich vor, während und nach der totalen Bedeckung in der Beleuchtung zeigen. Die Beobachtung dieser Farben hatten mehre der in der Nähe des Häuschens stehenden Personen übernommen. Es ergab sich, dass sich die Farben nicht geändert hatten, dass aber die weisse Pappe einen grünlich grauen Ton bekam. Leider hatte ich die Farben ziemlich gesättigt auf die Pappe aufgetragen, wären sie sehr blass gewesen, so wäre sicher ein Verlöschen der einen oder andern, oder ein gleiches Aussehen zweier oder mehrer beobachtet worden. — Die Gesichtsfarbe der im Freien befindlichen Menschen soll beträchtlich verändert worden sein, und

aus allen Beschreibungen geht hervor, dass der rothe Ton derselben verlöscht war, dass also die Beleuchtung eine grünliche gewesen sei. Ich selbst beobachtete aus der Luke des Hauses eine graugrüne Färbung des Himmels, die mit der Verfinsterung grüner wurde. Eine der umstehenden Personen, deren Beobachtungsgabe mir für die Richtigkeit der Thatsache bürgt, hatte während der ersten Momente der totalen Finsterniss eine blutrothe Färbung mehrerer auf der Südwestseite am Horizont stehender Wolken und eine gleiche Färbung des Meeres gesehen. Ich werde weiter unten bei der Erklärung der Farbensäume, welche den Schatten umgaben, auf diese und mehre ähnliche Beobachtungen zurückkommen.

Bei zunehmender Verfinsterung legte sich der Wind, der bisher recht frisch geweht hatte. — Merkur und Venus waren deutlich sichtbar und Jupiter soll während der totalen Verfinsterung ebenfalls gesehen worden sein. Beobachter in der Stadt Karlskrona hatten 7 Sterne gezählt.

Meine Hauptzwecke streng verfolgend beschränkte ich mich auf die Beobachtung am Fernrohr. Noch kurz vor der totalen Bedeckung untersuchte ich, ob ich den freien Theil der Mondscheibe sehen könne, war aber nicht im Stande, denselben wahrzunehmen. Mit dem Eintritt der totalen Verfinsterung entfernte ich die dunklen Gläser. Noch einen Moment hatte ich die bekannte Erscheinung der rosenkranzähnlichen Lichtpunkte am Ostrande der Doppelscheibe. Die Krone leuchtete mit ihrem milden Lichte bis zu dem scharf abgeschnittenen Rande des Mondes. Ihr Ansehen war weisslich und glich der Glorie, welche Maler um die Häupter der Heiligen zu legen pflegen. Sie ging radial ausstrahlend in das aschfarbene Licht des Himmels über.

Die Ausstrahlungen derselben überragten das Gesichtsfeld meines Fernrohres. Eine dem Monde concentrische Bifurcation der Krone, wie sie 1842 von mehreren Seiten her beschrieben wurde, habe ich ebenfalls nicht wahrgenommen, auch zeigte sich das Licht der Krone in keiner Weise undulirend, wie man es 1842 vielfach geschildert hat.

Die Krone mit freiem Auge zu betrachten, wagte ich nicht; ein im Augenblick der Beobachtung mir unbewusstes Gefühl, es möchte von den kostbaren Secunden mir etwas verloren gehen, hielt mich davon ab. Vor allem suchte ich nach den interessantesten Erscheinungen, nach den rothen Hervorragungen. Bei der ersten Durchmusterung des Gesichtsfeldes zeigte sich eine solche am östlichen Rande der Scheibe etwas über dem horizontalen Durchmesser, und zwei andere am westlichen Rande, von denen die eine in der Richtung des horizontalen Durchmessers, die andere etwas weniges darunter stand. Die östliche war beinahe kreisförmig und schien fast losgelöst von der dunklen Scheibe. Die beiden westlichen glichen abgerundeten Kegeln, mit der breiten Basis auf dem dunklen Rande stehend.

Die Hervorragung am Ostrande war bald verschwunden, dafür vergrösserten sich aber die des Westrandes beträchtlich. Die obere derselben nahm die Gestalt der beiden obersten Glieder des Zeigefingers der linken Hand an, ähnlich als ob die Hand hinter der dunklen Scheibe verborgen sei und der Finger nach unten gebogen hervorrage. Die Farbe war an der oberen convexen Seite carmin- bis incarnatroth, dann folgte nach unten eine schmale weissliche Schattirung, welche am untersten Rande zu einer bläulichen Färbung überging. Das der Scheibe am meisten abgewandte Drittel war nur roth gefärbt. Der Raum, welchen die Hervorragung

einnahm, betrug mehr als $^3/_4$ vom Zwischenraum zwischen zwei Verticalfäden des Fernrohres, während der Sonnendurchmesser etwas über 8 solcher Abtheilungen betrug, sodass die Länge der Hervorragung sich auf $^1/_9$ bis $^1/_8$ des Sonnendurchmessers belief. Die zweite der westlichen Hervorragungen hatte sich losgelöst und schwebte als rosenrothe Scheibe abgesondert von der dunklen Fläche des Mondes im Lichte der Krone, sehr nahe der hakenförmigen Verlängerung der vorigen. Das weisse Licht der Krone war zwischen der Scheibe des Mondes und dieser Hervorragung etwas intensiver.

Von der ersten dieser Hervorragungen etwa 30° am Mondrande abwärts hatte sich eine dritte und von derselben ebensoweit abwärts eine vierte gebildet, die obere hatte eine mehr ponceaurothe, die untere jedoch dieselbe carminrothe Färbung als die zuerst beschriebene. Beide waren ungleich kleiner als die oberste des Westrandes, und die Gestalt der untersten war die eines abgerundeten Kegels, während die der darüber befindlichen einer flachen Welle vergleichbar war.

Nach wenigen Minuten war die Erscheinung verschwunden. Trotz aller Vorbereitungen war ich von dem Imponirenden des Gesehenen so ergriffen, dass ich kein Gefühl der Zeit mehr besass. Die Absicht, die Erscheinungen auch mit den Polarisationsvorrichtungen zu untersuchen, war vereitelt, denn es überraschten mich die Lichtpunkte am Ostrande und sogleich nach ihnen das Hervortreten der Sonne. Die grosse oberste Hervorragung des Westrandes, sowie die Krone an dieser Seite verschwanden zwar kurz nach dem Hervortreten der Sonne, aber doch nur allmälig.

Die Erscheinungen, welche sich mir darboten, gebe ich in der Zeichnung Fig. I. wieder.

Den Rest des Tages, sowie den folgenden Tag

verwandte ich dazu, meine Beobachtungen niederzuschreiben, theils um das im Fluge Gesehene zu fixiren, theils um eine Färbung meiner eigenen Wahrnehmungen durch die Phantasie oder durch die Schilderungen fremder Beobachtungen zu vermeiden.

Auf einer vom Beobachtungsort weiter fortgesetzten Reise durch Schweden hatte ich vielfach Gelegenheit die Ergebnisse von Beobachtungen an anderen Stationen in Erfahrung zu bringen. Nach der Rückkehr zu meinem Laboratorium setzte ich meine Untersuchungen auf Grund der gewonnenen neuen Anschauungen fort und übergebe im folgenden das Ergebniss derselben der Oeffentlichkeit, obschon ich mir nicht verschweige, welche gewichtige Gegner ich finden werde.

Ueber die Lichtkrone, welche den Mond während der totalen Finsterniss umgiebt.

Während den totalen Sonnenfinsternissen hat man von jeher einen Lichtschein beobachtet, welcher die dunkle Mondscheibe umgiebt. Das Aussehen derselben wird verschieden beschrieben. 1842 erschien sie im südlichen Frankreich als „ein den dunklen Mondrand berührender kreisförmiger Gürtel, welcher von einem andern minder hellen Gürtel berührt wurde“. In Italien hatte man an einem Beobachtungsort einen sehr schmalen dunklen „Ring“ bemerkt, welcher die beiden hellen Lichtringe von einander trennte. An anderen Stationen in Italien sowie in Wien hatte man nichts von einer solchen Doppeltheilung beobachtet. Immer aber hatte das Licht in der Nähe des Mondrandes die grösste Intensität und ging allmälig in das Dunkel des Himmels über. In diesem Jahre stimmen alle mir bekannt gewordenen Beobachtungen darin überein, dass die Krone keine Doppeltheilung zeigte und sich mit regelmässig abnehmender Intensität vom Mondrande aus verbreitete. Die Herrn Galle und Brünow, welche in Frauenburg beobachteten, bemerkten eine gelbliche oder röthliche Färbung der Corona. (Monatsberichte der berliner Akademie 1851, Seite 609 und 612.) — Stets sind in diesem

Lichtschein Strahlen von grösserer Intensität und Ausbreitung als der Lichtschein selbst, wahrgenommen worden. Da ich dieses Phänomen anderen Ursachen vindicire, unterlasse ich einstweilen die Schilderung derselben und wende mich zur Beschreibung der künstlichen Nachahmung der Krone und der Erklärung ihres Entstehens.

Ich stellte die Erscheinung künstlich dar, indem ich das Licht der Sonne durch den grossen auf der Rückseite geschwärzten Glasspiegel eines soleilschen Heliostaten ohne Uhrwerk, in mein Zimmer treten liess, in den Weg dieses Lichtstrahles Scheiben oder Kugeln von verschiedenen Durchmessern stellte, und diese Vorrichtung durch ein Fernrohr derart betrachtete, dass das ganze Objectiv desselben sich innerhalb des geometrischen Kernschattens des opaken Körpers befand. Der Durchmesser der Oeffnung, durch welche das Sonnenlicht in das Zimmer trat, variirte in 15 Abstufungen zwischen 92 Millimetern und $0,^{mm}5$, oder aber es konnte das Sonnenlicht durch eine Linse von 83^{mm} Durchmesser und 180^{mm} Brennweite in einem Punkte vereinigt werden; die Durchmesser der Kugeln oder Scheiben betrugen zwischen $58^{mm},5$ und 17^{mm}; das Fernrohr, dessen ich mich zumeist bediente, war ein kleines astronomisches, es vergrösserte 20 mal in der Linie, hatte ein Objectivglas von 28^{mm} Durchmesser und eine 290^{mm} lange Focaldistanz. Der Abstand des Fernrohrs von der Oeffnung im Heliostaten konnte sich bis zu $10\frac{1}{2}^{mtr}$ ausdehnen: — trotz aller der hier möglichen Aenderungen behielt die Erscheinung denselben Charakter. Ich erblickte einen hellen Ring, welcher die dunkle Scheibe umgab, die grösste Intensität am Rande der Scheibe hatte, allmälig in das Dunkel der Umgebungen verlief, aber auch über den Rand in das Innere der Scheibe etwas übergriff und dort eine merklich violette Färbung zeigte. Dieser

Lichtring war von dunklen, mit der Scheibe concentrischen und in sehr geringem Abstand von einander stehenden Linien durchfurcht. Er gewährte das undulirende Ansehen, welches man an Interferenzerscheinungen im Fernrohre zu sehen gewohnt ist.

Ich will nun versuchen zu erklären, wie dieses Licht überhaupt gesehen werden kann, ich werde mich bemühen zu zeigen, dass die künstliche Erscheinung dieselbe ist, als die natürliche der Corona, und werde nachweisen, woher die Abweichungen, theils der künstlichen von der natürlichen Erscheinung, theils die von verschiedenen Beobachtern des natürlichen Phänomens rühren.

Figur 1.

m n c d r s t u v b a

Sei *bc* in Fig 1. ein kleiner Theil einer ebenen Welle homogenen Lichtes, welche von einem sehr entfernten, in der Verlängerung der zu *cb* senkrechten Linie *ad* gelegenen Lichtpunkte aus erregt wird, und sei *a* ein Aethertheilchen, welches bei der Fortpflanzung der in *cb* statthabenden Bewegungen in Lichtschwingungen versetzt

werden soll; so können wir bekanntlich die Wirkung, welche *a* erfährt, betrachten als die Resultirende aus allen Wirkungen, welche von jedem Elemente der Welle *cb* auf *a* übertragen werden. Die Wirkung aller Theilchen, welche rechts von der zur Wellenfläche gezogenen Normale *ad* liegen, ist natürlicherweise eben so gross als die der links gelegenen, wir brauchen also bloss die Wirkung der einen Hälfte zu betrachten und diese zu verdoppeln, um die totale Wirkung der Wellenfläche auf *a* zu erhalten.

Auf den Punkt *a* wirken alle von allen Punkten der Wellenfläche *db* ausgehenden Anregungen, aber mit abnehmender Intensität, je nach der Entfernung der anregenden Punkte von dem Punkte *d*, indem mit dieser Entfernung die Richtung, in welcher die Wirkung auf *a* übertragen wird, stärker abweicht von der Richtung, in welcher die Wirkung vom leuchtenden Punkte ausgeht. Aber auch noch eine andere Verminderung der Wirkung mit der Entfernung von *d* ergiebt sich durch folgende Betrachtungen. Denken wir uns die Wellenhälfte *db* in derartige Unterabtheilungen *dr rs st tu*... getheilt, dass die von den Endpunkten derselben nach *a* gezogenen Linien immer um eine halbe Wellenlänge λ des homogenen Lichtes differiren, so dass also $ar-ad=as-ar =at-as....=\lambda$ ist, so wird, z. B. eine von *r* in *a* ankommende Wirkung das Aetherteilchen *a* immer grade in die entgegengesetzte Schwingungsphase zu versetzen streben, als die von *d* in *a* ankommende Wirkung. In ähnlichen Beziehungen werden die von *s* und *r*, die von *t* und *s* .... ausgehenden Wirkungen zu einander stehen. Da die zwischen diesen Theilungspunkten symmetrisch liegenden Punkte in denselben resp. Beziehungen zu einander stehen, würden sich die Wirkungen aller Abtheilungen gegenseitig aufheben, wenn die Ab-

theilungen gleich gross und die Richtung der Uebertragung für alle Abtheilungen dieselbe wäre. Da aber einmal die Abtheilungen immer kleiner werden, und da ferner die Wirkung jedes einzelnen Theilchens abnimmt mit zunehmender Entfernungen von *d*, so wird die Wirkung der Abtheilung *dr* nicht ganz aufgehoben durch die der Abtheilung *rs*, die der Abtheilung *st* nicht ganz aufgehoben durch die der Abtheilung *tu* u. s. w. Bezeichnet man nun die Wirkung, welche *a* von der ganzen Wellenhälfte *db* erfährt, mit J, und die partielle Wirkung welche *a* von den einzelnen Abtheilungen *dr*, *rs*, *st*... erfährt, resp. mit ϱ, ς, τ, υ... und betrachtet man die der ersten Abtheilung als positiv, so ist die der zweiten negativ, die der dritten wieder positiv... und es ergiebt sich die Totalwirkung

$$J = \varrho - \varsigma + \tau - \upsilon + \varphi - \ldots.$$

Diese Reihe nimmt sehr stark ab, so dass gegen das Glied $\varrho - \varsigma$ alle übrigen Glieder vernachlässigt werden können, daher es auch in den gewöhnlichen Fällen erscheint, als ob der Punkt *a* blos von *d* her, d. i. von der Richtung des leuchtenden Punktes eine Lichtwirkung erfährt.

Die Wirkung J wird nun in Wahrheit einem Punkt *a* ertheilt, wenn die Wirkung der andern Wellenhälfte *dc* durch einen bis *d* reichenden opaken Schirm *mn* aufgehalten wird, d. h. wenn sich *a* in der Schattengrenze des Randes *n* dieses Schirmes befindet. Ohne einen solchen Schirm erfährt der Punkt *a* natürlich die doppelte Wirkung. Wird aber der Schirm bis *r* verschoben, so dass auch die Wirkung der ersten Abtheilung *dr* von ihm aufgehoben wird, dann empfängt der Punkt *a* kein direktes Licht mehr von dem leuchtenden Punkte, immerhin wird er aber noch mit einer Intensität

$$J_1 = \varsigma - \tau + \upsilon - \varphi + \ldots.$$

beleuchtet; wird der Schirm bis *s* vorgerückt, so wird *a* mit einer Intensität

$$J_2 = \tau - \upsilon + \varphi - \ldots.$$

beleuchtet u. s. f. Befindet sich nun in dem Punkte *a* ein Auge, so erfährt dasselbe, auch wenn es nicht vom directen Lichte getroffen wird, immerhin von dem leuchtenden Punkte eine Lichtwirkung und zwar von abnehmender Intensität J, J_1, J_2,.... jenachdem der Rand des Schirmes weiter von *d* aus entfernt wird, oder, was dasselbe ist, je weiter das Auge sich von der Schattengrenze in das Innere des Schattens entfernt. Wo sich aber auch das Auge innerhalb des Schattens befinden mag, es wird von allen Theilen der Welle *cb*, welche vom Rande des Schirmes abwärts stehen, Licht empfangen, und dasselbe in die Ebene des Schirmes projiciren. Je näher sich das Auge der geometrischen Schattengrenze befindet, desto intensiver ist das Licht am Rande des Schirmes und desto rascher nimmt die Intensität mit der Entfernung vom Rande ab. Das Auge erblickt also den dunkeln Schirm mit einem Lichtsaume von beträchtlicher Ausdehnung und abnehmender Intensität versehen.

Bis jetzt nahmen wir an, dass der sehr entfernte leuchtende Punkt homogenes Licht aussende. Giebt derselbe aber weisses Licht, so wird der Rand des Schirmes ebenfalls von weissem Lichte mit gleichmässig abnehmender Intensität umgeben sein, indem die verschiedenen homogenen Lichtarten, aus denen das weisse Licht besteht, nur durch die Länge ihrer Wellen von einander verschieden sind und unsere bisherige Deduction einen Unterschied der Intensität je nach der Wellenlänge noch nicht nachwies. Es ist hier aber der Ort auch auf diesen Unterschied Rücksicht zu nehmen.

Construiren wir nämlich unsere Figur für verschiedene Wellenlängen zu gleicher Zeit, z. B. für rothes Licht, dessen halbe Wellenlänge $\lambda = 0,^{mm}0003446$ und für violettes Licht, dessen halbe Wellenlänge $\lambda = 0,^{mm}0001981$ beträgt, so rücken für das letztere die Abtheilungen *dr rs st*... viel näher an einander, als für das erstere. Wie man nun auch den Rand *n* des Schirmes nach *b* hin verschieben mag, immer werden von dem Lichte, welches den kürzeren Wellen entspricht, wirksamere Abtheilungen entzogen, als von demjenigen, welches den längeren Wellen entspricht. Es geht hieraus hervor, dass die minder brechbaren Lichtstrahlen, Roth und Gelb, vorherrschen werden gegen das stärker brechbare Violett und Blau, dass also der den Schirm umgebende Lichtsaum eine vorherrschend röthliche oder gelbliche Färbung haben muss. — Betrachtet man den künstlichen Lichtsaum durch verschiedenfarbige Gläser, so zeigt sich ganz conform mit dieser Annahme, dass derselbe im rothen Glase eine viel grössere Ausdehnung hat, als im violetten. Aehnliche Versuche mit der Corona der totalen Sonnenfinsternisse sind mir nicht bekannt geworden.

Denken wir uns nun, dass der Schirm ein opaker Körper mit kreisförmigem Querschnitt sei, und dass der leuchtende Punkt sich zu einer leuchtenden, dem Querschnitt des opaken Körpers conaxialen Kreislinie erweiterte, so wird ein im Kernschatten des Körpers befindliches Auge eine dunkle Scheibe mit einem hellen kreisförmigen Lichtsaume umgeben erblicken. Wird der Halbmesser der leuchtenden Kreislinie kleiner, so wird der Lichtsaum schmäler und lichtschwächer. Denken wir uns endlich den leuchtenden Kreis mit immer engeren leuchtenden Kreisen erfüllt, bis er in eine leuchtende Scheibe übergegangen ist, so wird sich an dem Licht-

saume um den opaken Körper nichts ändern, als dass seine Lichtstärke nach dem Rande des Körpers hin vermehrt wird.

Die Versuche im dunklen Zimmer zeigen aber, dass der Lichtsaum auch nach innen über den dunklen Raum der Scheibe übergreift, dass dieser Lichtsaum mit concentrischen dunklen Ringen durchfurcht ist, welche namentlich hervortreten, wenn man monochromatisches Licht zur Erzeugung desselben anwendet, und dass er nach innen violett gefärbt ist. Zu diesen Erscheinungen wirken zwei Ursachen.

Die erste Ursache ist darin zu suchen, dass bei der Darstellung der Erscheinung im dunklen Zimmer die verschiedenen Entfernungen des leuchtenden Punktes und des verdunkelnden Körpers für die Einstellung des Fernrohres einen wesentlichen Unterschied bedingen. Die Erscheinung des Lichtsaumes gehört hier nämlich einer weit flacheren Welle an, als der Fall sein würde, wenn dieses Licht von der Entfernung des verdunkelnden Körpers herkäme. Stellt man nun das Fernrohr so ein, dass die Ränder des opaken Körpers scharf in demselben erscheinen, so sind die von einem Punkte des Lichtsaumes kommenden Strahlen bei der Ankunft im Brennpunkte des Oculars schon im Divergiren begriffen, breiten sich also über den Rand des opaken Körpers aus. Stellt man hingegen das Fernrohr auf die Lichtquelle ein, so erscheinen die Ränder des dunklen Körpers undeutlich, und greifen in das Bild des Lichtsaumes über.

Die andere weit einflussreichere Ursache besteht darin, dass die kreisförmige Blendung des Objectivglases von dem Lichtsaume, dessen kreisrunde Form sich besonders dazu eignet, ein Interferenzspectrum bildet. Meine Versuche haben mich überzeugt, dass das Ueber-

greifen des Lichtkranzes über den Rand des opaken Körpers, die dunklen concentrischen Linien und der violette Farbensaum wesentlich von diesem Spectrum abhängen. Alle Abänderungen der Versuche, welche die Bildung desselben förderten, erhöhten die genannten Erscheinungen und umgekehrt traten sie zurück, wenn die Bedingungen eine solche Bildung benachteiligten. Die über diese Frage angestellten Versuche detaillire ich im Folgenden: Je kleiner die Objectivöffnung ist, desto breiter werden die Streifen des Spectrums, je grösser dieselbe ist, desto enger rücken sie aneinander. Wenn ich sonach Blendungen vor dem Objectivglas anbrachte, so verbreiterten sich die Intervalle zwischen den dunklen Linien des monochromatischen und die Farbenringe des weissen Lichtes in dem Maasse als die Blendungen enger wurden. Um das Umgekehrte zu prüfen, construirte ich mir ein einfaches Fernrohr aus einer Objectivlinse von 43^{mm} Durchmesser und 300^{mm} Brennweite und ein anderes durch die oben beschriebene Linse des Heliostaten von 83^{mm} Durchmesser und 180^{mm} Brennweite und benutzte eine einfache Lupe als Ocular. Der Effect war, dass die Farbenringe sogut wie unmerklich wurden und bei Anwendung von monochromatischem Lichte die concentrischen dunkelen Linien wegfielen, der Lichtsaum sich also vom Rande des occultirenden Körpers aus in den Raum hinein ohne Unterbrechung verbreitete. Wenn ich ferner vor dem Objectiv meines Fernrohres ein Scharnier anbrachte und in demselben zwei Pappstücken mit ihren graden Rändern so gegeneinander verschob, dass sie die Objectivöffnung in parallelen geraden Linien abgrenzten, so konnte ich während der Annäherung dieser Schirme verfolgen, wie dieselben Streifen ihre Gestalt entsprechend änderten. — Ferner ist bekannt, dass die Interferenzspectra desto weniger wahrnehmbar werden,

je lichtschwächer die erzeugende Lichtlinie ist. Demzufolge liess ich das vom Heliostaten kommende Licht durch ein matt geschliffenes (gehörig abgeblendetes) Glas in die Stube eintreten, und fand dass die genannten Erscheinungen ebenfalls verschwanden. — Ebenso bekannt ist, dass diese Interferenzerscheinungen schwächer werden, je breiter die erzeugende Lichtlinie ist. Um auch diese Prüfung nicht zu unterlassen, warf ich das ganze Sonnenbild durch den Heliostaten in die Stube und stellte eine grössere Kugel derart in den Weg desselben zum Fernrohr, dass das letztere sich vollständig im Kernschatten befand. Auf diese Weise erzielte ich einen sehr breiten Lichtsaum, und mit ihm ein Verschwinden der Interferenzerscheinungen desselben. — Folgender Versuch zeigte mir noch insbesondere, dass namentlich die concentrischen dunklen Linien begründet seien in dem Beugungsphänomen durch die Blendung des Objectivs. Ich klebte auf eine Glasplatte eine Stanniolscheibe und schnitt in dieselbe eine Kreislinie mit der Spitze eines scharfen Federmessers. Hielt ich diese Vorrichtung vor den Heliostaten, so dass sie eine leuchtende Kreislinie repräsentirte, und betrachtete ich sie durch das Fernrohr, so zeigten sich dieselben concentrischen Ringe, wie bei der Betrachtung der nachgeahmten Corona durch dasselbe Fernrohr.

In Folge dieser Versuche und theoretischen Betrachtungen bin ich zu der Ueberzeugung gekommen,

> dass das Licht der Corona bei totalen Sonnenfinsternissen nichts anderes ist, als das Licht, welches einen dunkeln Körper umfliesst, der von der einen Seite beleuchtet und von der andern Seite aus dem Kernschatten heraus betrachtet wird; dass die Corona durch Beugung des Sonnenlichtes in den Kernschatten des Mondes entsteht.

Herr Arago schlägt vor, diese Versuche im luftleeren Raume anzustellen. Ich habe dieses unterlassen, weil es constatirt ist, dass die Beugungserscheinungen ebensogut im luftleeren als im lufterfüllten Raume entstehen, und weil beim Durchgang eines Lichtbüschels durch das cylindriche Glas einer Luftpumpenglocke so viele störende Nebenlichter entstehen, dass das Phänomen sich in seiner Reinheit — wenigstens mit meinen Mitteln — nicht darstellen lässt. Eine Wirkung der an der Oberfläche fester Körper condensirten Gase fürchte ich nicht, Herr Waidle musste weit subtilere Versuche anstellen, als die hier zur Sprache kommenden, um diese condensirten Gase nur überhaupt nachzuweisen.

Es erklärt sich aus dem Gesagten sehr leicht, warum 1842 im südlichen Frankreich und in Italien eine Bifurcation der Krone wahrgenommen wurde, warum sogar Herr Piola in Italien eine dunkle Linie zwischen beiden Abtheilungen der Krone sah, und warum damals Schumacher in Wien und dieses Jahr alle Beobachter in Schweden und im nördlichen Deutschland keine solche beobachten konnten. Die Bifurcation ist eine Interferenzerscheinung, hervorgebracht durch die kreisförmigen Blendungen der Objective, welche zu den Beobachtungen verwendet wurden. Unter dem heiteren Himmel von Italien und des südlichen Frankreichs war das Licht der Corona stark genug, um eine solche Interferenzerscheinung hervorzubringen; Herr Schumacher sah dieselbe aber nicht, denn in Wien „war die Luft zu dunstig, als dass man während der Finsterniss hätte Sterne erkennen können"; und im Norden beobachteten wir die Bifurcation ebenfalls nicht, weil durch unsere Atmosphäre die Sonnenstrahlen nur wie durch ein mattgeschliffenes Glas scheinen.

Vergebens habe ich nach directen Messungen des Monddurchmessers während einer totalen Finsterniss

gesucht; sollte nicht derselbe, namentlich wenn eine solche Messung unter dem südlichen Himmel veranstaltet würde, kleiner ausfallen, als der berechnete? Es würde dadurch auch der Uebergriff des Lichtes der Krone über die dunkle Mondscheibe nachgewiesen sein.

Das Erörterte zeigt auch, warum den Beobachtungen der Herren Laugier, Mauvais, Piola u.a., welche 1842 das Licht der Krone gelb gefärbt sahen und der Herren Galle und Brünnow, welche dasselbe in diesem Jahre beobachteten, Glauben beizumessen sei. Wie wir sahen traten die violetten Strahlen der Krone am meisten zurück, es muss also die gelbe Farbe am meisten vorherrschen.

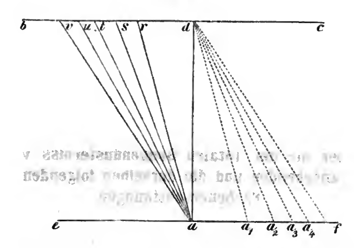
Es sei mir vergönnt, hier noch ein paar Worte über die Möglichkeit hinzuzufügen, wie längere Zeit vor und nach der totalen Finsterniss derjenige Theil der dunklen Mondscheibe sichtbar werden könne, welcher sich nicht auf die Fläche der Sonne projicirt. Wir zeigten, dass das Licht eines leuchtenden Körpers z. B. der Sonne nicht bloss in grader Linie zu dem Auge eines Beobachters komme, sondern dass dieses Auge auch indirectes Licht von einem geraumen Theile einer vom leuchtenden Körper ausgegangenen Welle *cb* (vergl. Fig. 1.) abseits von der geraden Linie *ad* empfängt. Stellt sich nun ein dunkler Körper, z. B. der Mond in dieses seitliche Licht, so wird er durch negative Vision — um diese äusserst treffende Bezeichnung des Herrn Arago zu gebrauchen — insofern sichtbar werden, als das Auge, durch das seitliche Licht erfüllt, eine Stelle wahrnimmt, von welcher her es kein Licht empfängt. Der Mond würde also hier durch denselben Process mittelst negativer Vision sichtbar, durch welchen er während der totalen Finsterniss sich auf dem Lichte der Corona projicirt.

Ueber die der totalen Sonnenfinsterniss vorangehenden und die derselben folgenden Farbenerscheinungen.

Bei der vorangegangenen Untersuchung stellten wir uns innerhalb des Kernschattens eines von fern her beleuchteten opaken Körpers und betrachteten die Erscheinungen, welche das von den Rändern desselben uns zugebeugte Licht gewährt. Jetzt wollen wir uns fragen, welche Erscheinungen werden ausserhalb des Kernschattens sichtbar werden, wenn wir denselben durch einen Schirm auffangen.

Sei zu dem Ende wiederum *bc* in Figur 2. eine ebene Welle, welche von einem sehr entfernten mit monochromatischem Lichte leuchtenden Punkte ausgegangen ist; bewege diese Welle sich von *d* nach *a* und befinde sich sonach der leuchtende Punkt in der Verlängerung einer auf der Welle senkrechten Linie *ad*. Sei endlich *ef* ein Schirm, auf welchen das vom leuchtenden Punkte ankommende Licht fällt. Ein auf dem Schirme befindlicher Punkt *a* wird nun, wie wir sahen, von jeder der beiden Hälften der Welle eine Lichtwirkung *J* erfahren, welche der algebraischen Summe der Wirkungen ϱ ς τ..... der einzelnen Theilchen *dr rs st*... der Welle gleich ist. Und

Fig. 2.



werden diese Abtheilungen so lang genommen, dass die von ihren Endpunkten nach *a* gezogenen Linien um eine halbe Wellenlänge differiren, so üben die zweite, vierte, sechste, ... Abtheilung die entgegengesetzten Wirkungen der ersten, dritten, fünften, ... aus. Die Gesammtwirkung, welche der Punkt *a* erfährt, lässt sich also ausdrücken durch

$$2J = J + \{\varrho - \sigma + \tau - \upsilon + \varphi - \ldots\}$$

Wird nun ein opaker Körper derart von *b* aus nach *d* hin verschoben, dass er den Theil *br* dieser Wellenhälfte auffängt, so übt die Welle eine Wirkung

$$J + \varrho$$

auf den Punkt *a* aus. Obschon jetzt der Theil der Welle *br* keine Wirkung auf den Punkt *a* ausüben kann, ist doch die Wirkung des übrigen Theiles $J + \varrho$ grösser, als die der ganzen Wellenfläche $2J$, denn es muss ja erst der Werth der sehr stark convergirenden Reihe $\{-\sigma + \tau - \upsilon + \varphi \cdots\}$ von $J + \varrho$ abgezogen werden, ehe es so gross wird als $2J$.

Wird der opake Körper soweit zurückgezogen, dass er nur den Antheil *bs* der Wellenfläche bedeckt, so ist die Grösse der übrigbleibenden Wirkung

$$J + \varrho - \sigma.$$

Diese Wirkung ist aber kleiner als die Wirkung $2J$ der ganzen Wellenfläche, denn es muss noch der Werth der stark convergirenden Reihe $\{+\tau - \upsilon + \varphi \ldots\}$ addirt werden, damit sie derselben gleich werde. Verdeckt der opake Körper den Wellenantheil *bt*, so erfährt *a* wieder eine stärkere Wirkung, und wird der opake Körper bis *u* zurückgezogen, eine schwächere, als die Gesammtwirkung der Welle beträgt.

Es ist aber gleichgiltig, ob wir den opaken Körper verschieben und die Wirkung auf den Punkt *a* betrachten, oder ob wir den opaken Körper unveränderlich die eine Wellenhälfte von *b* bis *d* bedecken lassen, und verschiedene Punkte $a\ a_1\ a_2 \ldots$ auf dem Schirm *ef* betrachten. Stehen diese Punkte so weit von *a*, der Grenze des geometrischen Schattens, ab, dass $a_1 a = dr$, $a_2 a_1 = rs$, $a_3 a_2 = st \ldots$ so erfahren diese Punkte eine verschieden starke Wirkung von der Lichtwelle, das daselbst auftretende Licht ist also von verschiedener Intensität: in $a_1, a_3 \ldots$ ist die Intensität stärker, als wenn der Schirm nicht vorhanden wäre, in $a, a_2 \ldots$ ist sie aber schwächer. Wir sehen hieraus, dass bei einfarbigem Licht vom geometrischen Schatten nach aussen eine Reihe von Maximis und Minimis der Lichtintensität wahrgenommen werden müssen, deren resp. Entfernungen von der Wellenlänge des vom leuchtenden Punkte ausgehenden Lichtes abhängen.

Je grösser nun die Wellenlänge dieses Lichtes ist, desto grösser sind die Abstände der ersten, zweiten .... hellen und dunklen Punkte vom geometrischen Schatten: für rothes Licht stehen sie am meisten von *d* ab, und

für violettes Licht am wenigsten. Liefert der leuchtende Punkt weisses Licht, so lagern sich die Maxima und Minima der verschiedenen Farben übereinander. Dem geometrischen Schatten zunächst liegt das erste Intensitätsmaximum des violetten Lichtes, indem dieses den geringsten Wellenlängen entspricht, das erste Maximum des rothen steht hingegen, da es den grössten Wellenlängen entspricht, am weitesten davon ab: Wir werden sonach auf dem Wege von *a* nach *f* hin uns zuerst in einem Ueberschuss von violettem Lichte befinden, dann die Farbenreihe des Spectrums abwärts verfolgen, bis wir zu einem Ueberschuss von rothem Lichte gelangen. Dann begegnen wir derselben, jedoch anders nuancirten Reihe wieder aufwärts zum Roth und hierauf wieder abwärts zum Violett, bis die Farben zu undeutlich und verwaschen sind, um gesondert erkannt werden zu können.

Lassen wir den leuchtenden Punkt nun sich zu einer auf der Ebene des Papieres senkrecht stehenden leuchtenden Kreislinie erweitern und sei der opake Körper eine dem Lichtringe conaxiale Kugel oder kreisförmige Scheibe, so wird natürlich der auf den Schirm *ef* projicirte Schatten mit farbigen Ringen umgeben sein, in denen wir die soeben detaillirte Farbenfolge vom geometrischen Schatten aus wieder vorfinden.

Verkleinert sich der Lichtring, so vergrössert sich der Schatten des opaken Körpers und mit ihm rücken die Farbenstreifen, immer in derselben Ordnung vom Centrum des Schattens nach aussen. Substituirt man endlich statt der leuchtenden Kreislinie eine leuchtende Scheibe, so werden die Farben einer bestimmten Ordnung die der nächsten und nächstfolgenden Ordnungen derart überlagern, dass die Ringe bis zur Undeutlichkeit verwaschen sind: Die Farbenringe gehen in den Halbschatten über. Hat aber die leuchtende Scheibe an al-

len Punkten eine gleiche Lichtintensität, so überwiegt die grössere Anzahl der leuchtenden Punkte in den peripherischen Ringen gegen die dem Centrum näheren, so dass noch immer eine merkliche Färbung dem Kernschatten zunächst vorhanden ist.

Diese Thatsachen erklären das eigenthümliche Wogen von farbigem Licht, welches während der Annäherung und während der Entfernung des Mondschattens bei Sonnenfinsternissen wahrgenommen wird.

Beobachten wir bei Anwendung einer künstlich leuchtenden Scheibe, oder einer kreisförmigen Oeffnung im Fensterladen, durch welche das Sonnenlicht eintritt, schon deutlich wahrnehmbare Farbensäume der Schatten, so werden wir diese Säume noch vielmehr beobachten, wenn wir die kugelförmige Sonne selbst statt der leuchtenden Scheibe, den Mond statt des opaken Körpers und die Erde als den auffangenden Schirm substituiren.

Was durch den beträchtlichen scheinbaren Durchmesser der Sonne an Reinheit des Phänomens verloren geht, wird dadurch zum Theil wieder gewonnen, dass durch die grosse Entfernung des Mondes die Farbenspectren Zeit gewinnen sich auszubreiten. Ein Beobachter, über welchen der Mondschatten mit einer Geschwindigkeit von 3—4000 Fuss in 1 Sekunde sich bewegt, wird also vor und nach dem Kernschatten in eine Reihe von Farben getaucht werden, die mit derselben Geschwindigkeit wechseln. Das Auge wird, schon ehe es zum Bewusstsein der Farbenempfindung gekommen ist, wieder von einer andern erfüllt und so erklärt sich das eigenthümliche Wogen von Farben beim Herannahen und beim Entfernen des Kernschattens, welches auch vom ungeübtesten Beobachter wahrgenommen worden ist. — Das nächste Licht am Kernschatten ist aber das blaue und violette. Die Farbe desselben ist auch

zugleich die reinste, da nur ein schmaler Streifen der Sonne zu ihrer Erzeugung beiträgt. Nichts destoweniger wird aber auch die Farbe dieses Lichtes wie jede durch Interferenz entstandene noch beträchtlich unrein sein; und daraus erklärt es sich, dass die Bezeichnung derselben so ausserordentlich unbestimmt gegeben wird. Der eine nennt es bläulich aschfarben, der andere graugrün, der dritte fahl u. s. w. Alle Bezeichnungen kommen aber darin überein, dass in diesem Lichte der dem gewöhnlichen Lichte inwohnende Bestandtheil von Roth und Gelb fehlt, eine Thatsache, die mit der oben entwickelten Theorie übereinstimmt.

Bei der Mittheilung der in Carlscrona angestellten Beobachtungen, erwähnte ich, dass Wolken, welche während der totalen Verfinsterung unter der Sonne näher dem Horizont gestanden haben, blutroth erschienen seien und dass das Meer dieselbe Farbe gehabt habe. (Die Farbe des Meeres resultirte wohl bloss von einer Spiegelung der rothen Wolken). — In Tromte (½ Meile von Carlscrona), dem Beobachtungsorte des Freiherrn von Wrede, hatte man eine ähnliche rothe Färbung am nordwestlichen Himmel gesehen. In einiger Höhe über dem Horizont hatte sich eine Wolkenschicht abgelagert; der freie Himmel zwischen dieser Wolkenschicht und dem Horizont war während der totalen Finsterniss intensiv roth gefärbt gewesen. Ein Beobachter auf der Insel Oeland hatte dieselbe Färbung am nordöstlichen Himmel gesehen. Herr Dr. van Galen (vgl. Astronomische Nachrichten N. 772. Sept. 11, 1851) beobachtete in Traheryd in Schweden, dass „unmittelbar nach der Formirung des Lichtkranzes eine Schichte Wolken, die sich stationär im Westen der Venus nahe am Horizont befand, mit einer röthlich-violetten Farbe übergossen

wurde"; dieses „überaus wundervolle Schauspiel" dauerte volle drei Minuten.

Alle diese Farbenerscheinungen haben denselben Grund. Die Luft oder Wolkenschichten, an denen diese Farben wahrgenommen werden, befinden sich in den verschiedenen Farbensäumen, welche den Kernschatten des Mondes umgeben und zerstreuen durch Reflexion dasjenige Licht, mit welchem sie beleuchtet werden, so dass sie, mit der empfangenen Farbe glänzend vom Kernschatten aus gesehen werden.

Die den Kernschatten des Mondes umgebenden Farbenerscheinungen entstehen also aus einer Interferenz des directen und des am Rande des Mondes gebeugten Sonnenlichtes.

Ueber die während der totalen Sonnenfinsterniss wahrgenommenen Färbungen.

Es war mir namentlich für das jetzt zu besprechende Phänomen von der grössten Wichtigkeit, den Mangel an rothem und gelbem Licht in demjenigen Ringe festzustellen, welcher den Kernschatten eines Körpers zunächst umgiebt. Ich stellte zu dem Ende noch einen directen Versuch über diesen Gegenstand an. Ich liess von dem auf der Rückseite geschwärzten Spiegel meines Heliostaten die volle Sonne, ohne Anwendung einer Blendung in das Zimmer eintreten und warf es auf einen 5^{mtr} entfernten Pappschirm der mit Stanniol überzogen war. In der Mitte der Stanniolplatte war ein feines Loch mit einer Nähnadel eingestochen. Wiederum 5^{mtr} davon entfernt befand sich ein Flintglasprisma mit einem brechenden Winkel von 45°, so dass das durch die Stanniolplatte fallende Licht dasselbe traf. Unmittelbar hinter dem Prisma stand das Fernrohr, in welchem das Farbenspectrum in grosser Schärfe und Ausdehnung beobachtet werden konnte. Unter diesen Umständen konnte es nicht auffallen, dass die Intensität des rothen und gelben Lichtes im Spectrum bei weitem diejenige übertraf, welche am brechbarern Theile desselben wahrgenommen wurde. Nun stellte ich aber zwischen den Spie-

gel des Heliostaten und die Oeffnung in der Stanniolplatte eine Kugel von $58^{mm},5$ Durchmesser derart, dass die Oeffnung nahe dem auf den Schirm fallenden Kernschatten, aber ausserhalb desselben sich befand. Wenn ich das jetzt gebildete Spectrum im Fernrohr betrachtete, hatte das rothe und gelbe Licht gleiche Intensität mit dem violetten und blauen desselben. Zeigte aber das Spectrum des directen Lichtes eine überwiegende Menge Roth und Gelb, und zeigte das Spectrum des Halbschattenlichtes eine dem Violett und Blau gleiche Menge, so ist natürlich im zweiten Falle das Roth und Gelb beeinträchtigt worden. Diese Uebereinstimmung mit der eben entwickelten theoretischen Ansicht bürgt mir für deren Richtigkeit.

Der Mangel der minder brechbaren Farben im Halbschatten muss aber auch den Mangel derselben Farben im Kernschatten erklären. Befinden wir uns im Kernschatten einer totalen Sonnenfinsterniss, so erhalten wir immer noch ziemlich viel Licht, und zwar immer noch soviel, dass nur die allergrössten Sterne am Firmament sichtbar werden. Dieses Licht hat zwei Quellen, entweder es wird durch Beugung unmittelbar in den Kernschatten geworfen (das Licht der Krone), oder es wird von demjenigen Theile der atmosphärischen Luft in den Kernschatten hinein reflectirt, welche denselben umgiebt und sich im mehr oder weniger intensiven Halbschatten befindet.

Von diesen beiden Lichtquellen ist die erstere, die Corona, bei weitem die schwächste. Alle Versuche, welche 1715 von Halley und 1842 auf Herrn Arago's Veranlassung angestellt worden sind, zeigen, dass das Licht der Corona so schwach ist, dass es keinen Schatten zu bilden im Stande ist, dass es also nicht in Betracht kommt gegen das Licht der anderen Quelle.

Und wenn Herr **Largeteau** 1842 zu Salon einen Schatten bemerkte, sobald er seinen Zeigefinger auf den Tisch drückte, so fragt es sich noch immer, ob dieser Schatten vom Lichte der Corona gebildet wurde, oder ob er in dem spitzen Berührungswinkel zwischen dem Zeigefinger und dem Tische entstand, in welchen auch das Licht der zweiten Quelle nicht eindringen konnte. Ist der Himmel mit einem einfarbigen Grau überzogen, so zeigt sich auch ein Schatten, wenn man die flache Hand nahe über den Boden hält. — Kurz die Intensität des Lichtes der Krone tritt vollständig zurück gegen das, welches die umgebende Luft durch Reflexion liefert, und wird überhaupt nur deswegen wahrgenommen, weil es von einer kleinen Region des Himmels kommt. Das Licht der Krone ist endlich auch derart, dass die minder brechbaren Strahlen überwiegen, und ganz im Gegentheil geht aus allen Beschreibungen der Farbenänderungen innerhalb des Kernschattens hervor, dass gerade Roth und Gelb beeinträchtigt sind.

Das von aussen durch Reflexionen an den Lufttheilchen in den Kernschatten geworfene Licht kommt aber aus dem Halbschatten, und vorzugsweise aus demjenigen Theil des Halbschattens, welcher dem Kernschatten zunächst liegt. Wie wir aber mehrfach nachwiesen, wird durch Interferenz in diesen Regionen grade das Roth und Gelb stärker verlöscht, als das Blau und das Violett, und sonach wird es klar, warum wir auch im Innern des Kernschattens einen Mangel an minder brechbaren Strahlen beobachten. Sonach schliesse ich:

> Das Licht während der totalen Finsterniss ist wesentlich solches, welches durch die den Kernschatten des Mondes zunächst umgebende Luftschicht reflectirt wird; es hat also mit dem jener Schicht eine wesentlich gleiche Färbung.

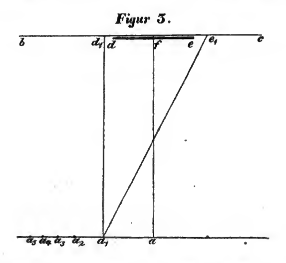
Ueber die Strahlen der Krone.

Bis jetzt betrachteten wir den Mond als eine geometrische Kugelfläche und mussten unter dieser Bedingung denselben während der totalen Finsterniss als eine kreisförmige Scheibe erblicken, gesäumt von einem concentrischen allmälig in das Dunkel des Himmels verlaufenden weissen Lichtring. Vor und nach der totalen Verfinsterung tauchte er uns in regelmässiger sehr rascher Aufeinanderfolge in die verschiedensten Farben, die mit der Grösse der Sonnenphase an Reinheit und Präcision verlieren. — Aber der Mond erfüllt diese Bedingung nicht in voller Reinheit, er ist vielmehr mit Bergen bedeckt und über den Rand desselben ragen Berge hervor, deren Höhe sogar $1/_{300}$ und mehr vom Durchmesser desselben erreichen sollen. Die Höhe der Berge sei dahingestellt: für die folgende Erörterung genügt es, dass überhaupt Berge über den Mondrand hervorragen.

Ich will nun zuerst zeigen, welche Erscheinungen in einem Schatten stattfinden, der von einem schmalen Körper und einem Lichtpunkt gebildet wird, alsdann dieselben experimentell nachweisen und endlich die gewonnenen Resultate auf die schmalen Körper, welche über den Mondrand hervorragen, übertragen.

Ist wiederum *bc* in Fig. 3. eine von einem unverhältnissmässig weit entfernten Punkte ausgehende Welle

Figur 3.



homogenen Lichtes und wird diese Welle von einem schmalen Körper *de* theilweise aufgefangen; ist *fa* ein auf die Mitte des schmalen Körpers gefällter Perpendikel, so wird ein an irgend einer Stelle in diesem Perpendikel befindliches Auge Licht von der Welle empfangen, indem ein jeder Punkt der Welle zwischen *e* und *c*, sowie zwischen *d* und *b* als Mittelpunkt eines secundären Wellensystems betrachtet werden kann, von dem aus nach allen Richtungen, also auch nach *fa* Licht gesandt wird. Da nun aber alle Aethertheilchen in der Welle *bc* in gleicher Schwingungsphase sich befinden, und da ein Punkt der Linie *fa* von allen gleich weit nach rechts und nach links von *de* liegenden Punkten in gleichem Abstande sich befindet, so werden die in *fa* ankommenden partiellen Erregungen sich gegenseitig unterstützen. — Die Intensität des Lichtes wird aber immer mehr zunehmen, je weiter der betrachtete Punkt

von *f* aus nach *a* hin absteht. Denn wie wir schon früher sahen, empfängt ein dem Körper *de* näherer Punkt von einer seitlichen Wellenhälfte einmal schiefer ausgehende und in dem Maasse unwirksamere Strahlen, und dann interferiren dieselben desto leichter mit den benachbarten, unter einem je schiefern Winkel sie die primäre Welle verlassen. Ingleichen wird die Intensität des Lichtes für ein und dieselbe Entfernung des Punktes *a* von dem Körper zunehmen, je schmäler der Körper ist, indem er alsdann desto weniger der wirksamsten, der Mitte zunächst gelegenen, Strahlen auffängt.

Ist nun das Auge nahe an *f*, dann treffen die von den Seiten von *de* kommenden Lichtstrahlen unter einem beträchtlichen Winkel dasselbe, und da das Auge sehr apprehensiv gegen diese Richtung ist, so wird es den Gegenstand *de* dunkel und nur mit hellem Lichte gesäumt erblicken. Rückt aber das Auge in grosse Entfernung von *f*, so wird es schliesslich nicht mehr unterscheiden können, ob die Lichtstrahlen von rechts oder von links kommen, es wird vielmehr die von beiden Richtungen herkommenden Strahlen combiniren, und somit den Gegenstand hell erblicken, oder vielmehr so, als ob er gar nicht vorhanden wäre.

Rückt aber das Auge aus der Verticalen *af* heraus nach rechts oder links, etwa nach a_1, so ändern sich die Erscheinungen beträchtlich. Das Auge wird zwar von dem Wellentheile *ec*, sowie von dem *db* Licht erhalten, aber die von der entfernteren Seite ankommenden Strahlen haben einen längeren Weg zurückgelegt, als die von der näheren Seite kommenden. Zwar empfängt das Auge Licht von allen von *e* und *d* abwärts liegenden Punkten; dieses Licht ist aber von rasch abnehmender Intensität, so dass wir zwei Punkte e_1 und d_1 in der Nähe, aber immer noch in einem sehr wahrnehmba-

ren Abstand von e und d so bestimmen können, als ob von ihnen die von den entsprechenden Wellenhälften ausgehenden Wirkungen resultirten. Beträgt nun der Unterschied zwischen den beiden Wegstrecken $e_1 a_1 - d_1 a_1$ eine halbe Wellenlänge, so wird die von e_1 ausgehende Wellenlänge ein in a_1 befindliches Aetheriheilchen grade in die entgegengesetzte Bewegung zu versetzen streben, als die von d_1 ausgehende, es werden also beide Strahlen interferiren und das in a_1 befindliche Auge empfängt von der Welle kein Licht. Zwischen a und a_1 ist eine allmälige Abnahme der Lichtstärke wahrzunehmen.

Bewegt sich das Auge noch weiter abwärts nach a_2 a_4 a_6.... und sind diese Punkte so beschaffen, dass die Differenz ihrer Entfernung von d_1 und e_1 eine gerade Anzahl von halben Wellenlängen betragen, so erhält es wieder Licht von der Welle bc. Da aber der Körper die Ursache ist, dass von der von ihm eingenommenen Stelle ein Ueberschuss von Licht gegen die Umgebungen nach den Orten a_2 a_4 a_6.... gesandt wird, so wird ein in einem dieser Orte befindliches Auge in jeder Entfernung den Körper sehen, vorausgesetzt, dass die von ihm ausgehende Lichtintensität noch stark genug ist, um vom Auge wahrgenommen zu werden, und zwar wird der Körper hell auf dunklem Grunde erscheinen.

Die Punkte a_3 a_5..., welche zwischen dem ebengenannten liegen, mögen so beschaffen sein, dass ihre Entfernungen von d_1 und e_1 eine ungerade Anzahl von halben Wellenlängen betragen. Die von e_1 ausgehende Wirkung vernichtet also die von d_1 herrührende und somit haben diese Orte das mit dem Punkte a_1 gemein, dass ein in ihnen befindliches Auge kein Licht von der Richtung des Körpers her erhält, dass er also dunkel erscheint.

Bewegt sich sonach ein Auge in einer mit der Welle

bc parallelen Linie durch die Punkte a a_1 a_2 a_3...., so empfängt es abwechselnd Licht von dem dünnen Körper *de* und ist abwechselnd unbeleuchtet.

Der senkrechte Abstand x der Punkte a_1 a_2.... von der Linie *fa*, und der senkrechte Abstand y derselben Punkte von der ebenen Wellenoberfläche *bc* sind mit einander durch die Formel

$$y^2 = \frac{4\alpha^2 - n^2\lambda^2}{4n^2\lambda^2}\{x^2 - n^2\lambda^2\}$$

verknüpft, in welcher λ dass Maass der halben Wellenlänge des von der entfernten Quelle gelieferten Lichtes ist und 2α das der Breite des Körpers *de*. Diese Formel ergiebt sich sehr einfach, wenn man sowohl da_n als ea_n als Funktionen von x und y entwickelt, und bedenkt, dass ea_n um n halbe Wellenlängen grösser ist als da_n. Die Formel lehrt, dass ein Auge, welches von *de* sich entfernend den geometrischen Ort der Punkte a_1 a_2... verfolgen will, so dass es beständig den Körper *de* entweder hell oder dunkel erblickt, sich in sehr weit geöffneten Hyperbeln zu bewegen hat, deren Mittelpunkte in f liegen. Da aber schon bei einer geringen Entfernung x der Werth $n^2\lambda^2$ gegen x^2 verschwindet, geht die Formel über in:

$$y = \pm x\sqrt{\frac{4\alpha^2 - n^2\lambda^2}{4n^2\lambda^2}} \text{ oder } x = \pm y\sqrt{\frac{4n^2\lambda^2}{4\alpha^2 - n^2\lambda^2}},$$

und man ist berechtigt diese geometrischen Orte als gerade Linien zu betrachten, welche in der Mitte des Körpers *de* einschneiden. Es geht hieraus hervor, dass das Auge, je weiter es von dem Körper entfernt ist, einen um so grösseren Weg zurückzulegen hat, um von einem hellen oder dunklen Punkt zum andern zu kommen; dass in dem Maasse, als der Körper (2α) breiter wird, die Zwischenräume zwischen zwei hellen oder dunklen Punkten sich verschmälern; dass sie aber unter sonst gleichen

Umständen sich verbreitern, je grösser die Wellenlänge 2λ desjenigen Lichtes ist, welches von der entfernten Quelle geliefert wird.

Denken wir uns nun, dass die Lichtquelle weisses statt des bisher angenommenen homogenen Lichtes liefere, so wird der centrale, der Linie *fa* entsprechende Streifen mit weissem Lichte derart erfüllt sein, dass die Intensität desselben von *f* nach *a* hin zunimmt. Zu beiden Seiten dieses hellen centralen Streifens werden sich Regionen befinden, in denen das Licht zwar immer noch weiss, aber von viel geringerer Intensität ist, als das der centralen Linie. Wiederum abseits werden wir zu beiden Seiten Regionen begegnen, in denen das violette Licht als das den kleinsten Wellenbreiten entsprechende, am meisten interferirt, weniger das blaue, noch weniger das grüne u. s. w. In dieser Region wird also der minder brechbare Theil des Spectrums vorherrschen, sie wird gelb und roth gefärbt erscheinen. Bald aber treffen wir auf eine Region, in welcher dieser Theil des Spectrums zurücktritt und das violette Licht das Maximum seiner Wirkung ausübt, ihr folgt eine Region, in welcher blaues Licht vorherrscht u. s. w. Allgemein erblicken wir eine Reihe von Farbenbildern, welche nach der, der Mitte der ganzen Erscheinung zugekehrten Seite die brechbareren Strahlen zeigen, und abwärts von der Mitte zu den minder brechbaren übergehen; es sind dieselben Farbenfolgen, welche unter dem Namen der newton'schen Farben bekannt sind.

Durch die grössre oder geringere Breite des Körpers erleidet die Erscheinung aber die Modification, dass hinter dem breiteren Körper das Licht eines jeden Streifens erst in grösserer Entfernung von *f* zu derselben Intensität gelangt, als hinter dem schmäleren, und dass die Entfernung der resp. Streifen von einander, also

auch ihre Ausbreitung in dem Maasse bedeutender ist, als die Breite des Körpers selbst geringer wird.

Welche Erscheinungen werden nun eintreten, wenn wir eine von hinten beleuchtete Scheibe betrachten, deren Rand mit zugespitzten Erhöhungen besetzt ist?

Der einfachste Fall ist der, dass der Mittelpunkt der Scheibe, der leuchtende Punkt und das Auge des Beobachters in einer geraden Linie liegen. Der leuchtende Punkt mag sehr entfernt sein, und weisses Licht liefern. — Wir wissen, dass das auf der Rückseite der Scheibe ankommende Licht an den Rändern der Scheibe derart gebeugt wird, dass es ein in der Axe befindliches Auge schwach beleuchtet. Aber nicht bloss an den Rändern der Scheibe wird dieses Phänomen stattfinden, sondern auch an den Rändern der auf der Scheibe befindlichen Erhöhungen. Und wie nun das Auge die Scheibe dunkel mit einem hellen Ring umgeben erblickt, so wird es auch die Erhöhungen dunkel und mit hellen Rändern umgeben erblicken — wenn anders die Dimensionen der letzten gross genug sind, dass sie gegen die Entfernung von dem Auge in Betracht kommen. Sind aber die Dimensionen einer solchen Erhöhung sehr klein gegen die Entfernung des Auges davon, alsdann treffen die rechts und links, sowie die von der obern Seite gebeugten Strahlen so nahe parallel das Auge, dass dasselbe den Unterschied der Richtung nicht mehr wahrzunehmen im Stande ist; es erblickt alsdann die Erhöhung ebenso intensiv beleuchtet, als die Umgebungen, und die Erhöhung selbst ist nicht mehr sichtbar.

Aber die Erhöhung verschwindet dem Auge bei einer Beleuchtung von hinten noch früher, als sie bei irgend einer andern Beleuchtung verschwinden würde. Im vorliegenden Falle wird nämlich ein jedes Aethertheilchen zwischen ihr und dem Auge von dem von bei-

den Seiten derselben in ihren geometrischen Schatten gebeugten Lichte getroffen. Diese von beiden Seiten ankommenden Wirkungen sind aber von gleicher Phase und unterstützen sich, so dass Interferenzknoten von stärkerer Intensität gebildet werden. Ein solcher Interferenzknoten von intensivem Lichte kann aber wiederum als ein Mittelpunkt einer partiellen Lichtwelle betrachtet werden, welcher dem Auge Licht zuführt. Es wird also die Wirkung auf das Auge eine solche sein, als ob zwischen dem Auge und der dunkeln Seite der Erhöhung sich helle Punkte ausgebreitet befänden, als ob also die Erhöhung auch auf ihrer dunklen Seite einigermaassen beleuchtet und so dem Hell der Umgebung ähnlicher würde. — Ist diese Erörterung richtig, so muss auch eine schwarze Fläche auf weissem Grunde in geringerer Entfernung vom Auge verschwinden, als eine weisse Fläche auf schwarzem Grunde. Um diese Folgerung zu prüfen, klebte ich auf eine Papptafel einen halben Bogen weisses und daneben einen halben Bogen schwarzes, glanzloses Papier. Auf die Mitte der so gewonnenen Flächen wurde resp. ein Quadratcentimeter schwarzes und weisses Papier aufgelegt, und die Vorrichtung derart aufgestellt, dass sie vom directen Sonnenlicht beschienen werden konnte. In einer Entfernung von 96 Schritten verschwand mir der schwarze Fleck auf weissem Grunde, der weisse Fleck auf schwarzem Grunde jedoch erst: in einer Entfernung von 124 Schritten. Ein ähnlicher Unterschied stellte sich für das Auge meines mitbeobachtenden Assistenten heraus, welcher in dem einen Falle 112 im andern 154 beobachtete. In einer Entfernung, in welcher so eben die schwarze Stelle verschwunden war, bemerkten wir übereinstimmend, dass sie stets wieder hervortrat, sobald eine Wolke vor der Sonne vorüber ging. Mit dieser ziemlich geringen Licht-

verminderung wird nämlich das Auge in demselben Maasse empfänglicher, als die von dem betrachteten Gegenstand ankommende Wirkung geringer wird, das Auge wird also ebenso weit deutlich sehen in dem einen wie in dem andern Falle. Aber mit der Lichtverminderung wird auch das zwischen dem Auge und dem schwarzen Gegenstand interferirende Licht vermindert und somit die Differenz zwischen dem in der Richtung der schwarzen Stelle und dem von der Umgebung derselben zum Auge kommenden Lichte eine bedeutendere. Diese Thatsachen erklären, warum wir die am Rande des Mondes stehenden Berge so schwierig erkennen können, und warum uns an künstlichen Vorrichtungen angebrachte Erhöhungen schon in so geringer Entfernung verschwinden, wenn wir dieselben in der Richtung eines ankommenden Lichtstrahles betrachten.

Welches sind nun die Wirkungen desjenigen Lichtes, das durch eine auf dem Rande eines occultirenden Körpers angebrachten Erhöhung in den freien Raum hinein gebeugt wird, und dort interferirt?

Um hauptsächlich auf denjenigen Fall hinzuführen, den wir am leichtesten in der Natur vorfinden werden, wollen wir annehmen, der dem Auge sich entgegenstellende Querschnitt der Erhöhung sei ähnlich dem Querschnitt eines kegelförmigen Berges, ein Dreieck, dessen eine Spitze von der Scheibe abgewandt ist. Auf der Seite des Auges, doch in einer Ebene, welche über dem Auge liegt, bilden sich im freien Raume die oben besprochenen Interferenzerscheinungen. Von der Spitze, wo die Erhöhung am schmälsten ist, geht eine sich stark ausbreitende Ebene von relat. intensiv weissem Licht in der Richtung des auffallenden Lichtes abwärts. Dieselbe nimmt nach den Seiten hin an Intensität ab und ist alsdann mit den newton'schen Farben mehrfach gesäumt.

Von der Spitze abwärts nach der Basis wird die Erhöhung immer breiter und mit dieser Verbreiterung wird der Winkel unter dem sich die entsprechenden Theile des Spectrums ausbreiten, ein kleinerer, und die Lichtstärke eine geringere.

Aber ein jedes Aethertheilchen, welches im Raume in dieser Weise in Vibrationen versetzt wird, lässt sich wiederum als ein Mittelpunkt einer Lichtwelle betrachten. Es wird nicht allein Licht nach derjenigen Richtung hin verbreiten, von welcher her es Licht empfing, sondern seine Wirkung nach allen Richtungen hin erstrecken, versteht sich mit desto geringerer Intensität, je mehr die verlangte Richtung von derjenigen abweicht, von welcher her das Theilchen die Anregung erfuhr.

Wenden wir diese Wahrheit, welche wie die auf ihr beruhende Fresnel'sche Theorie der Beugung nicht bezweifelt werden wird, auf vorliegenden Fall an, so werden wir einsehen, dass wir auch von denjenigen Orten im freien Raum Licht erhalten, die durch das beschriebene Interferenzspectrum beleuchtet werden, wenn schon uns die Richtung desselben nicht zugekehrt ist. In der beigefügten kleinen Vorrichtung Fig. II. mag das Dreieck *bcd* eine der bezeichneten Erhöhungen auf dem Rande einer Scheibe vorstellen. Das Licht mag senkrecht gegen diese Erhöhung auftreffen, so dass der leuchtende Punkt in grosser Entfernung hinter der Rückseite der Tafel gedacht werden muss, und die ebenen bei der Erhöhung ankommenden Wellen in die Ebene der Tafel fallen. Stellt man also die drei Ebenen fa, $f'a'$ und $f''a''$ senkrecht zur Ebene der Tafel, so repräsentiren sie die Richtung, in welcher das Licht, nachdem es die Fläche des Berges überschritten hat, sich im Raume weiter bewegt. In diesen sowie in allen Ebenen, welche denselben parallel gedacht werden können, und die Er-

höhung schneiden, müssen sich die durch das an den Rändern des Berges vorbeistreifende Licht erzeugten Interferenzspectren bilden. Das breiteste Spectrum auf der Fläche *fa* gehört dem schmalsten Theile, der Spitze der Erhöhung an, das schmälere und mattere *f'a'* einer breiteren Stelle und das schmälste und matteste *f''a''* der breitesten Stelle der Erhöhung. — Das beobachtende Auge mag sich an einer Stelle über der Tafel und zwar senkrecht über einem Punkte *g* der Linie *gf* befinden: so wird dieses Auge von allen Punkten aller Parallelebenen zwischen *af* und *a''f''* Licht erhalten. Alle weissen Stellen aller dieser Ebenen decken sich in der Mitte, die Mitte erscheint also sehr hell. Da ferner nach den Seiten hin die untern Spectren schmäler als die obern sind, wird das Auge nach rechts und links von der Mitte zwar noch weisses Licht erhalten, aber dasselbe ist von minderer Intensität, als das des Centralstreifens. Die seitlichen Farben endlich decken sich durch ihren allmäligen Uebergang der auf einander liegenden für das Auge derart, dass nach jeder Richtung hin die Farben aller Ordnungen über einander liegen. Dieselben werden sich sonach ebenfalls zu Weiss ergänzen, aber zu einem Weiss von sehr geringer Intensität. — Ist nun das Auge von *db* so weit entfernt, dass es sich über den Ort von welchem her es die Lichtwirkung erfährt, keine Rechenschaft mehr geben kann, so projicirt es die ihm gewordene Erscheinung in die Ebene des Dreieckes *bcd*.

Sonach erblickt das Auge in geringer Entfernung das Dreieck dunkel mit hellem Rande umgeben, in grösserer aber sieht es das Auge gar nicht. In beiden Fällen erscheint es ihm aber, als ob von der Spitze desselben ein heller Streifen ausgehe, der sich mit der Entfernung von der Spitze ausbreitet. Zu beiden Seiten dieses hellen Streifens erscheint je ein dunkler Streifen, welcher

sich gegen das matte Licht des Hintergrundes genügend abhebt.

Hat die Erhöhung nicht die einfache Form eines gleichschenklichen Dreiecks, so ändern sich die Erscheinungen dahin, dass zwei, drei und mehre helle Strahlenstreifen von derselben ausgehen, und dass dieselben mit deutlich markirten dunklen Streifen abwechseln.

Befindet sich das Auge nicht ganz genau in der Richtung der Lichtstrahlen, sondern etwa an einer Stelle, die über einem Punkte g_1 oder g_2 ein wenig rechts oder links von dem vorigen Orte liegt, so zeigt ein Blick auf die Figur, dass die Erscheinung wesentlich dieselbe bleibt, nur dass die Systeme der hellen und dunklen Strahlenstreifen nach links rücken, wenn das Auge nach rechts rückt, und umgekehrt, nach rechts, wenn das Auge sich ein wenig links von der centralen Stelle bewegt. — Denken wir uns nun das Dreieck auf der Peripherie einer Scheibe, so scheinen in der Stellung des Auges senkrecht über g die Strahlensysteme in der Verlängerung des Radius dieser Scheibe zu liegen, aber bei einer kleinen Verrückung des Auges aus dieser Lage neigen sich diese Systeme gegen die Peripherie.

Um diese Erscheinungen darzustellen, tropfte ich geschmolzenes Wachs, das mit Kienruss geschwärzt war, auf eine Kugel von etwa 17^{mm} Durchmesser. Diesen Wachstropfen gab ich mit dem Federmesser willkürliche Formen und Grössen. Die so vorgerichtete Kugel wurde von der einen Seite aus einer Entfernung von 5^{mtr} beleuchtet und von der andern Seite durch das 20mal vergrössernde Fernrohr aus der Entfernung von $5\frac{1}{2}^{mtr}$ betrachtet. Der Mittelpunkt der Kugel, der Mittelpunkt der Beleuchtungsfläche und die Axe des Fernrohrs lagen in derselben geraden Linie. Das Licht ging entweder von dem Brennpunkte einer Linse, oder von einer nicht allzugrossen Oeffnung

aus; der Lichtpunkt wurde gewonnen durch eine Linse von 83^{mm} Durchmesser und 180^{mm} Brennweite, welche die Sonnenstrahlen des Heliostaten concentrirte; eine Lichtfläche erhielt ich durch Diaphragmen von 3 und weniger Millimeter Durchmesser. (Grössere Oeffnungen waren deswegen nicht anwendbar, weil sie directes Sonnenlicht zu dem Objectiv des Fernrohres sandten.) Von den verschiedenen Erscheinungen, welche sich ergaben, füge ich Abbildungen in den Figuren III, bis VI. bei. Die in Fig. III. dargestellte Erscheinung wurde durch eine Erhöhung von der Form und Grösse *a*., Fig. VII. gebildet, indem die Beleuchtung durch einen Lichtpunkt bewerkstelligt war; eine Erhöhung von der Form *b* Fig. VII. gab die Erscheinung der Fig. IV. bei Beleuchtung durch einen Lichtpunkt, und die Erscheinung der Figur V. bei Beleuchtung mit einer Oeffnung von $2^1/_2{}^{mm}$ Durchmesser. Die VI. Fig. stellt die Erscheinung dar, welche ich erhielt, wenn ich die opake Kugel mit der Erhöhung *a* um ein Geringes aus der Verbindungslinie des Mittelpunktes der Oeffnung und der Axe des Fernrohres verschob.

Es wäre wohl überflüssig noch weiter auszuführen, dass die während einer totalen Sonnenfinsterniss von hinten beleuchteten Berge demjenigen, der sich innerhalb der Verfinsterung befindet, ähnliche Erscheinungen zeigen müssen, als die hier besprochenen und abgebildeten und dass sich hieraus die eigenthümlichen radialen und schief gegen die Peripherie der Mondscheibe gerichteten Ausstrahlungen erklären, welche bei totalen Sonnenfinsternissen beobachtet werden.

Nur darauf soll hingedeutet werden, dass der Beobachter einer totalen Sonnenfinsterniss weit günstigere Bedingungen hat, als der Beobachter im Laboratorium. Ein Mondberg von mehren tausend Fuss Höhe schrumpft im Laboratorium zu einem Stäubchen von kaum $^1/_2{}^{mm}$

Höhe zusammen. Vom Monde aus bilden sich die Interferenzspectren in einem Raume von 50000 Meilen, im Laboratorium muss der fünfte Theil dieser Zahl an Millimetern genügen. Und was das wesentlichste ist: in der Natur betrug der Winkel, unter welchem wir die Interferenzspectren bei der Sonnenfinsterniss vom 28. Juli betrachteten im ungünstigsten Falle 1′ 25″, d. i. die Differenz zwischen der scheinbaren Grösse des Mondes und der Sonne; in dem Raume meines Laboratoriums beträgt dieser Winkel gegen 4′, indem eine Verkleinerung desselben directe Sonnenstrahlen dem Fernrohr zugeführt haben würde.

Das hier Erörterte fasse ich nochmals in folgende Sätze zusammen:

> Die radialen und schief gegen die Peripherie des Mondes gerichteten Ausstrahlungen der Corona erklären sich aus dem secundären Licht, welches von den Interferenzspectren der Berge am Mondrande zu dem im Kernschatten desselben befindlichen Beobachter gesandt wird. Die Mondberge selbst, welche die Ursache dieser Erscheinung sind, sehen wir nicht, da die von ihren Rändern in den Kernschatten gebeugten Strahlen unter einem zu kleinen Winkel beim Beobachter ankommen, als dass eine Abweichung vom Parallelismus noch wahrgenommen werden könnte.

Die rothen Hervorragungen.

Vor allem verdient die Erscheinung der rothen Hervorragungen eine Erklärung. Ich sehe dieselben ebenfalls als eine Wirkung der Interferenz des in den Mondkernschatten gebeugten Lichtes an. Die eigenthümliche Krümmung von einigen derselben, ihr Wachsen oder Abnehmen mit der Annäherung oder Entfernung ihrer Orte an die Verbinbungslinie zwischen Sonne und Beobachter, das Loslösen einiger derselben vom Rande des Doppelgestirnes: Alles bewog mich, sie, schon ehe mir der eigentliche Vorgang klar war, als eine Beugungserscheinung zu betrachten. Eine Meinung, dass die gesehenen Hervorragungen Körper am Mondrande seien, konnte keinen Boden gewinnen, es blieb nichts übrig als dieselben an der Peripherie der Sonne zu suchen. In Wahrheit ist die Topographie der Sonne noch unentwickelt genug, um dort einen grossen Raum für Schöpfungen der Phantasie zu lassen. Am wahrscheinlichsten schien es, dass die mit dem Namen der Sonnenfackeln belegten helleren Stellen der Sonne die Veranlassung der Erscheinung seien. Schon der eine Umstand lässt mich an dieser Annahme zweifeln, dass

die Grösse und Form der dieses Jahr am Ostrande gesehenen gekrümmten Hervorragung von verschiedenen Stationsorten her verschieden angegeben wird. Mit meinen Angaben stimmt die Zeichnung welche Herr Hind in the illustrate London News Aug. 16, 1851 (wenn ich anders diese Quelle benutzen darf) nach seinen in Ravelsberg nahe Engelholm in Schweden angestellten Beobachtungen giebt. Ingleichen stimmten mir Herr von Wrede, und Herr Dr. Ångström, welche ebenfalls in Schweden beobachtet hatten, bei, als ich die Längenausdehnung dieser Hervorragung auf $1/9$ – $1/8$ des Sonnendurchmessers, also etwa 3′, 5 und die Horizontalausdehnung auf 1′, 5 angab. Dahingegen beobachteten die Herren Galle, Brünnow und Wolfers, noch nicht eine Virtelstunde später als ich, in Frauenburg eine Höhe von 1′,2 und eine Horizontalausdehnung von 2′ an demselben Phänomen. Wenn ich auch keine Erklärung dieser Verminderung der Grösse wage, so habe ich doch keinen Grund an der Genauigkeit grade dieser Beobachtung zu zweifeln, indem die Instrumente der genannten Herren so vorgerichtet waren, dass diese Schätzung mit Leichtigkeit angestellt werden konnte. Die Angabe der Herren Beobachter in Frauenburg wird überdem noch unterstützt durch die der Herren Mauvais und Goujon, welche bei Danzig beobachtet hatten; der erstere fand eine Höhe von 1′,5 und eine Breite von 1′, der zweite eine Höhe von 2′,5 (sicher weniger als 3′) und eine Breite des Ueberfalles von $3/4$′. Solche Unterschiede müssen im Phänomen selbst begründet sein, und ist dieses der Fall, alsdann dürfte wohl die Annahme sehr gewagt sein, dass ein an der Sonne befindlicher Körper in $1/4$ Stunde so ungeheure Veränderungen erlitte, dass sie in einer Entfernung von 20,000000 Meilen mit der angegebenen Deutlichkeit wahrgenommen wurden.

Aber wie kann man ernstlich glauben, dass die in einem so äusserst milden Lichte glänzenden Hervorragungen das grelle Licht der Sonne noch erhöhen und somit die Sonnenfackeln bilden sollten, wenn sie bei fortschreitender Rotation mit ihrem Centralkörper sich auf dessen Oberfläche projiciren? Und wären die beobachteten Hervorragungen Anhängsel der Sonne, warum beobachtet man sie nicht auch, wenn man die Sonne hinter einer entfernten Wand verschwinden sieht? Seitdem ich mich für diese Erscheinungen interessire, habe ich so oft als möglich die Sonne beobachtet, wenn sie hinter einem der mir gegenüber befindlichen Dächer sich erhob — aber ich habe keine, auch nicht die kleinsten Anhängsel wahrnehmen können. Wären jedoch diese Dachfirste mit den Zähnen eines Sägeblattes gerändert, ich zweifle nicht, ich würde stets einen oder den andern dieser Zähne durch das Fernrohr im lebhaftesten Roth und die benachbarten in anderen Farben erglühen sehen, ehe die Sonne sich über dieselben erhebt. Die folgenden Erörterungen und Versuche werden meine Ansicht rechtfertigen.*)

---

*) Im Augenblick, als diese Blätter dem Druck übergeben werden sollten, lese ich in N. 777 der astron. Nachrichten folgende Zeilen des Herrn **Goed**, welcher in Kropp bei Helsingborg die Sonnenfinsterniss vom 28. Juli d. J. beobachtete: „The eminences struck the eye and mind with the impression, that they were far on this side of the Corona, the white light of which seemed not to affect it; all appeared to detach themselves from the Corona and Stream of light, or stand out from them and were plainest visible about the middle of totality etc“. Das **Schlagende** dieser Bemerkung wird Jeder mir nachempfinden, der die Erscheinung gesehen hat. Wären aber die rothen Proeminenzen Körper in der Nähe der Sonne, und wäre die Corona wirklich eine Atmosphäre der Sonne, so müssten die ersten sich nothwendigerweise innerhalb der letzten befinden, es müsste alsdann das Licht der ersteren unabweisbar von dem Lichte der letzteren „afficirt“ werden.

Ich beginne wiederum damit, unsere Aufmerksamkeit auf den Weg hinzulenken, den die von der Sonne kommenden Lichtstrahlen machen, wenn sie an den Rändern eines auf der Mondperipherie befindlichen Berges vorbeistreifen. Diese Lichtstrahlen werden gebeugt und bilden, wie wir sehen, Interferenzspectren, wie sie Fig. II. zeigt. Wir müssen jetzt zweierlei Richtungen dieser Spectren unterscheiden. Einmal kommen nämlich von den Rändern des Berges gebeugte Lichtstrahlen unmittelbar in das Auge des Beobachters. Diese Lichtstrahlen interferiren nach denselben Gesetzen, als diejenigen, die wir für die in der Richtung des ankommenden Lichtes gebeugten Strahlen erkannten. Es werden also auch ähnliche Interferenzspectren in der Richtung nach dem Beobachter hin entstehen. Da dieselben nun unmittelbar den Beobachter beleuchten, wollen wir sie directe Spectren nennen. Dann aber erhält der Beobachter indirectes Licht von denjenigen Spectren, deren Ebenen an ihm vorüber gehen, und welche wir oben vorzugsweise in Betracht zogen. Diese wollen wir mit dem Ausdrucke indirecte Spectren bezeichnen.

Nehmen wir nun, um die Idee zu fixiren, an, der Beobachter befinde sich an einer Stelle, zu welcher einer der beiden rothen Strahlen des directen Spectrums gelangt, so hat derselbe, gegen die früher angenommene Stellung in der Mitte des Spectrums, seinen Ort um ein beträchtliches nach rechts oder nach links verändert, ohne dass er gerade ausserhalb des Kernschattens der verdunkelnden Scheibe gekommen zu sein braucht. Die Figur mag uns auch diesen Fall versinnlichen. Das Auge des Beobachters befinde sich beispielsweise senkrecht über dem Punkte g_3. Drehen wir nun die beweglichen mit den Zeichnungen der Interferenzspectren versehenen Papierstreifen so, dass alle nach dem Auge hin

gerichtet sind, so stellen sie diejenigen Durchschnitte des allgemeinen durch den Berg *bcd* gebildeten Spectrums dar, welches wir directes Spectrum nannten. Nehmen wir nun zur besseren Versinnlichung an, der Beobachter befinde sich senkrecht über dem Punkte g_3, und seine Stellung sowie die Form des Berges sei so beschaffen, dass er von den directen Spectren nur rothes Licht erhalte: so werden wir, die Lage dieser directen Spectren uns vergegenwärtigen können, wenn wir die Ebenen *fa* $f'a'$ $f''a''$ nach dem Auge des Beobachters neigen, bis dasselbe von allen rothen Streifen der rechten Seite getroffen wird. Unter dieser Voraussetzung wird sein Auge mit rothem Licht erfüllt. Aber die auf den Spectren gezeichneten rothen Streifen stellen nicht den Weg des rothen Lichtes dar, sondern nur den vom rothen Lichte beleuchteten Raum zwischen dem Berge und dem Auge. Die rothen Lichtstrahlen selbst entspringen vielmehr, wie wir uns erinnern, von Stellen, welche nahe dem Rande des Berges liegen. Das Auge wird also in Folge des directen Spectrums den Berg etwas verbreitert, etwas erhöht und in rother Farbe erblicken.

Wenden wir uns ferner zu demjenigen Theile der Gesammtbeugungserscheinung, welchen wir mit dem Namen indirectes Spectrum bezeichneten, so versinnlichen wir uns seine Wirkung, wenn wir die bisher geneigten Papierstreifen bei unverrückter Stellung des Auges wieder senkrecht zur Ebene der Tafel stellen. Es lehrt uns nun ein Blick auf die Zeichnungen, dass die von ein und derselben Farbe beleuchteten Räume von Flächen begrenzt werden, welche die Krümmung einer Wendeltreppe haben. Die Axe dieser Wendeltreppe ist die Mittellinie des Berges *cf*, die Stufen sind unendlich klein, stehen auf dieser Axe senkrecht und erstrecken sich

auf der anderen Seite in den unbegrenzten Raum hinaus. Eine Reihe so begrenzter Räume liegt übereinander, der oberste ist roth, der zweite violett, der dritte blau u. s. f. die Farbenfolge abwärts. Wir zeigten nun, dass jedes Aethertheilchen aller dieser Räume als Mittelpunkt eines Wellensystems betrachtet werden kann, dass es also nach allen Richtungen hin Licht aussendet und sonach von allen Richtungen her gesehen werden kann. Das Auge, welches einen Eindruck von der Gesammtheit dieser Farben erhalten soll, befindet sich aber unter diesen wendeltreppenartigen Räumen, und zwar nach unserer Annahme senkrecht unter dem obenaufliegenden rothen Raum. Von diesem wird es also rothes Licht erhalten. Links von dem rothen Raum ist ein weisser, von daher kommt also weisses Licht. Rechts von dem rothen Raume liegen farbige Räume; von ihnen empfängt das Auge zwar das Licht der sie erfüllenden Farben, da es aber einen dieser Räume auf den andern projicirt, vermischen sich die verschiedenen Farben derselben mehr oder weniger zu Weiss. Diesen letzten Punkt werde ich weiter unten näher erörtern. Hier wollen wir nur die nachstehenden Folgerungen aus der gewonnenen Anschauung ziehen.

1) Hatte das directe Spectrum rothes Licht in das Auge des Beobachters gesendet, so sendet das indirecte Spectrum ebenfalls rothes Licht.

2) Wir nahmen an, die Stellung des Beobachters sei senkrecht über dem Punkte g_3. Von hieraus sieht er die am Rande des occultirenden Körpers befindliche Hervorragung links von derjenigen Linie, in der er bei Abwesenheit dieses Körpers directes Licht erhalten würde. In dieser Stellung ist aber die Wendeltreppe der rothen Farbe des indirecten Spectrums nach rechts und oben gewunden. Er wird also die Gesammtheit des

von diesem Spectrum kommenden Lichtes so erblicken, als ob es von einem Körper käme, welcher gegen seine Basis überhängt. Allgemein wird die Krümmung der ihm zukommenden Lichterscheinung so beschaffen sein, dass die concave Seite derselben der Verbindungslinie zwischen dem leuchtenden Körper und dem Auge des Beobachters zugewandt ist.

3) Da die Fläche des rothen Lichtes wendeltreppenartig gekrümmt ist, so wird das Licht nur in der Nähe der Axe, also in der Nähe der Spitze des Berges intensiv genug sein, um eine merkliche Wirkung auf das Auge des Beobachters hervorzubringen. Die sehr abseits von der Axe des Spectrums austretenden Strahlen coincidiren mit Strahlen anderen Lichtes und ergänzen sich zu Weiss, oder verschwinden wegen der zu geringen Anzahl der erregenden Theilchen, die vom Auge übersehen werden können. Die durch das secundäre Spectrum hervorgebrachte farbige Lichterscheinung hat also eine weit geringere Ausdehnung, als die durch dasselbe hervorgebrachte weisse Lichterscheinung (der wir die Ausstrahlungen der Corona vindicirten).

4) Da sich das Auge über die Entfernung der Punkte des indirecten Spectrums, von denen es das Licht empfängt, keine Rechenschaft zu geben weiss, wird es die rothe Lichterscheinung in die Ebene der ursächlichen Erhöhung am Rande der occultirenden Fläche versetzen. Es wird also die Erscheinung des indirecten Spectrums mit der des directen combiniren und es wird ihm vorkommen, als erblicke es am Rande des occultirenden Körpers eine rothe Hervorragung von beträchtlicher Ausdehnung, deren Spitze gekrümmt über die Basis überhängt.

Bei diesen Erklärungen wurde angenommen, dass das Licht von einem leuchtenden Punkte ausgesandt

werde. In Wahrheit werden die Erscheinungen einige Modificationen erleiden, wenn das Licht von einer leuchtenden Fläche ausgeht. Ist aber nur die leuchtende Fläche sehr entfernt, so werden wir mit einiger Annäherung die von ihr ausgehenden Lichtwellen so betrachten dü.fen, als ob sie von der Mitte derselben entspringen.

Diese Bedingung finden wir aber vor, wenn wir statt der leuchtenden Fläche uns die Sonne, wenn wir statt des occultirenden mit Erhöhungen geränderten Körpers den Mond und seine am Rande befindlichen Berge substituiren, und wenn wir die Erscheinung von der Erde aus betrachten.

Nach den aus den obigen Erörterungen gewonnenen Anschauungen stehe ich nicht an, zu behaupten:

wenn ein am Rande des Mondes befindlicher Berg während einer totalen Sonnenfinsterniss um eine beträchtliche Entfernung nach rechts oder links von der Verbindungslinie zwischen der Sonne und dem Beobachter absteht,

dass 1) derselbe farbig und bedeutend vergrössert erscheinen muss,

dass 2), wenn er gekrümmt erscheint, er die concave Seite der Verbindungslinie zuwenden muss,

dass 3) derselbe weit kleiner erscheinen muss, als die Ausstrahlungen der Corona sich darstellen.

In der unter Figur I. angefügten Zeichnung von den mir bei der totalen Sonnenfinsterniss vom 28. Juli d. J. gewordenen Erscheinungen ist der Ort der hakenförmig gekrümmten Hervorragung ohne irgend welche vorgefasste Meinung, rein als Ergebniss der Beobachtung eingetragen worden. Allerdings bin ich in astronomischen Ortsbestimmungen sehr wenig geübt, auch wa-

ren meine Vorrichtungen nicht derart, dass ich durch dieselben eine grosse Genauigkeit hätte erzielen können, und endlich glaubte ich zur Zeit der Beobachtung noch nicht, dass sogar der Ort der rothen Hervorragungen ein Interesse für die Theorie derselben gewähren würde. Als ich zu dem unter 2) aufgestellten Resultat gelangte, freute ich mich schon, dass der von mir angegebene Ort der erwähnten Hervorragung so gefunden war, dass die concave Seite ihrer Krümmung der Austrittsstelle der Sonne hinter dem Monde zugewandt sei. Indem wurde mir durch Herrn Mauvais die freundliche Nachricht, dass der von mir angegebene Ort nicht zu vereinigen sei mit den von vielen anderen ihm mitgetheilten Beobachtungen. Leider konnte ich aber aus diesem Briefe nicht entnehmen, welche Beziehung zwischen dem Ort der Hervorragung und der Austrittsstelle durch die übrigen Beobachtungen gefunden worden ist. Soweit aber meine Nachforschungen in den mir bekannt gewordenen Mittheilungen reichen, finde ich allerdings, dass der von mir angegebene Ort der Hervorragung zu nördlich ist gegen die übrigen Angaben; immer aber stellt sich heraus, dass die Hervorragung so weit nördlich von der Austrittsstelle beobachtet wurde, dass die concave Seite ihrer Krümmung derselben zugewandt ist.

Ich will mich nicht in Nebendinge verlieren und eine Kritik der verschiedenen Farben, welche ich nach der beigefügten Abbildung in diesem Jahre beobachtet zu haben glaube, welche Schumacher 1842 in Wien und damals viele andere beobachteten, unterlassen. Auch ist es noch nicht an der Zeit, die Frage zu erörtern: welche Form muss ein Mondberg haben, damit er diese oder eine anders gestaltete Erscheinung hervorbringt? Ferner will ich dem Leser die Erklärung überlassen, warum nicht alle Hervorragungen eine ge-

krümmte Gestalt darbieten. Es mag nur noch erörtert werden, warum grade alle Hervorragungen roth erscheinen, wie abgesonderte Punkte möglich werden und wie das eigenthümliche Wachsen der Erscheinung zu erklären sei.

Diese Thatsachen finden ihre Erklärung darin, dass die ganze Erscheinung der Hervorragungen mehr dem indirecten Spectrum zuzuschreiben ist, als dem directen. In Wahrheit sind, wie alle Beobachtungen lehren, die Berge am Mondrande klein genug, um nur unter ganz besonderen Bedingungen wahrgenommen zu werden.

Sehen wir also ab vom directen Spectrum, oder nehmen wir an, dass dasselbe uns verschiedene Farben zugleich zusendet, wie solche ja auch vielfach beobachtet worden sind, und wenden wir uns bloss dem indirecten Spectrum zu. Die Aufeinanderfolge der Farben in demselben ist von dem mittleren Weiss aus dieselbe, wie in den newton'schen Farbenringen, nämlich: Gelbroth (genauer: bräunlich Orange und Roth) dunkel Purpur, Blau, sehr blasses Grün (fast gelb), Gelb, Roth u. s. w. — Denken wir uns nun, um unser früheres Bild zu gebrauchen, dass der Anfang der Fläche einer sehr steilen breiten Wendeltreppe mit Tuch von den Farben aller Ordnungen belegt sei, so zwar, dass obenauf gelbrothes Tuch liegt, ihm violettes, blaues u. s. w. folgt, und dass in den späteren Ordnungen die Farben derart abblassen, wie wir es an den newton'schen Farbenringen sehen; nehmen wir ferner an, dass dieses Tuch mit der Entfernung von der Axe der Treppe immer dicker werde, und betrachten wir diese Vorrichtung von einem Punkte, welcher nahe unter dem Boden der Treppe in grossem Abstande von dieser Vorrichtung sich befindet. Unter diesen Umständen werden wir, die Substanz des Tuches

überdem noch durchsichtig gedacht, im Anfange eine dicke Schicht Gelbroth mit dem Blick durchdringen, hierauf folgt eine ebenso dicke Schicht Violett, welche aber von dem Gelbroth überlagert wird; alsdann folgt Blau, welches von dem Violett und Gelbroth überlagert wird u. s. f. Die Wirkung dieser ersten drei Farben muss nothwendiger Weise die sein, dass das Gelb aus dem Gelbroth durch das benachbarte und überlagernde Violett und Blau vernichtet wird, dass also das Roth gegen das in den newton'schen Ringen vorkommende an Reinheit gewinnt, vielleicht noch eine Neigung zum Purpurroth erhält. — Das dem Blau folgende Grün ist von so wenig intensiver Färbung, dass es keine grosse Aenderung in der Mischung hervorbringen wird, wenn wir durch dasselbe hindurch die vorigen Farben betrachten. Diesem folgt wieder Gelb und Roth, welche den rothen Ton der Gesammtfärbung erhöhen u. s. f.

Jeweiter wir aber in der Betrachtung dieser übereinander lagernden Farben fortfahren, destomehr werden wir gewahr, dass dieselben sich zu Weiss zusammensetzen, oder vielmehr zu demselben blassen Rothgelb, welches wir als die Farbe der Corona erkannten. Denken wir uns nun diese Vorrichtung mit dem Lichte der Corona umgeben, so werden wir eine dunkler rothe Erscheinung erblicken, welche auf der einen Seite allmälig in das röthliche Licht der Umgebung übergeht.

Um keinem Zweifel Raum zu lassen, dass die Farben der ersten newton'schen Ringe in ihrer Vermischung sich als Roth darstellen, bildete ich dieselben möglichst getreu nach, trug sie in die Sectoren einer weissen Pappscheibe ein, und setzte dieselbe durch den bussolt'schen Kreisel in rasch rotirende Bewegung. Die Farben vermischten sich zu Pfirsichblüthroth, welche Bezeichnung Herr von Litrow so treffend für die Farbe der haken-

förmigen Hervorragung wählt (Astron. Nachricht. 776). — Dass aber die Gesammtheit der newton'schen Farben ein blasses Gelbroth darstellen muss, geht daraus hervor, dass die brechbareren Farben wegen ihrer geringeren Wellenlänge viel häufiger durch Interferenz ausgelöscht werden, als die minder brechbaren, dass also aus dem zu diesen Spectren verwandten weissen Licht ein viel grösserer Antheil Blau und Violett verschwindet, als von dem Roth und Gelb verlischt.

Wie nun unser Bild sich darstellt, so stellt sich auch das secundäre Spectrum in der Natur dar, und wir erkennen, warum bei den Hervorragungen das Roth sich überwiegend, ja fast allein darbieten muss. —

Ist ein am Rande des Mondes seitlich von der Ein- und Austrittsstelle der Sonne befindlicher Berg klein und hat die Gestalt eines ziemlich regelmässigen abgestumpften Kegels, so stellt er sich als isolirter rother Punkt dar. Der Effect eines solchen Berges ist nämlich folgender. Wenn der Beobachter von der Basis des Berges durch das directe Spectrum irgend eine Farbe, (etwa das Roth der zweiten Ordnung) erhält, so empfängt er von jeder höher liegenden Stelle eine in den Spectren bezeichnete Farbe niederer Ordnung. Ist der Berg klein, so ergänzen sich alle diese Farben zu einem gemeinsamen Eindruck, zu Weiss, welches im Lichte der Corona verschwindet. Ist nun der Berg, ähnlich einem abgestumpften Kegel, oben breit, so gelangt das secundäre Spectrum erst in einiger Entfernung von demselben zu einer merklichen Deutlichkeit. Das secundäre Spectrum entspricht alsdann dem Anfang einer Wendeltreppe, welche um eine sehr dicke Axe gewunden ist. Es wird nun das Auge den Berg direct nicht wahrnehmen. Über dem Gipfel des Berges sieht es in den freien Raum, der von dem Lichte der Corona er-

leuchtet ist, und in einem weitern Winkelabstand vom Mondraude erblickt es einen isolirten rothen Fleck, gebildet vom secundären Spectrum. —

Da nun das secundäre Spectrum die hauptsächlichste Veranlassung der rothen Hervorragungen ist, erklärt es sich auch leicht, warum dieselben wachsen, wenn die ursächlichen Berge sich bei der Verschiebung von Sonne und Mond der Verbindungslinie zwischen der leuchtenden Sonnenfläche und dem Beobachter annähern, und dass sie sich verkürzen, wenn die Berge sich entfernen. Mit der Annäherung verkleinert sich nämlich derjenige Winkel, welcher vom secundären Spectrum und der Gesichtslinie des Beobachters eingeschlossen wird, und mit dieser Verkleinerung verstärkt sich die Intensität der Wirkung dieses Spectrums. Jedes Aetherthеilchen desselben kann ja alsdann immer mehr nach einer Richtung hinwirken, von welcher her es selbst in Vibrationen versetzt wurde. Das Auge des Beobachters wird also nicht allein von den dem Gipfel des Berges zunächst liegenden Theilchen des Spectrums stärker erregt, dieselben also im intensiveren Lichte erblicken, sondern es wird auch noch von entfernteren eine Wirkung erhalten, die stark genug ist, um die Empfindung des Lichtes hervorzubringen. — Der umgekehrte Process erklärt die Verkürzung der Hervorragungen auf der Ostseite des Mondrandes.

Natürlicherweise musste mir daran gelegen sein, auch die Erscheinungen der rothen Hervorragungen der isolirten rothen Punkte, und des Wachsens und Abnehmens künstlich darzustellen. Aber trotz aller Bemühungen war der Erfolg ein weniger glücklicher, als die früheren. Der Grund liegt einfach darin, dass ich nur über die geringe Entfernung von $10\frac{1}{2}$ mtr zwischen leuchtender Fläche und Fernrohr disponiren konnte. Ein gewisser Abstand der verdun-

kelnden Scheibe von der leuchtenden Fläche ist nothwendig, wenn das secundäre Spectrum noch von einiger Wirkung sein soll: es wurde dazu etwa die Hälfte des disponiblen Raumes verwandt. Soll nun das Objectivglas des Fernrohres nur von *einer* Farbe der Spectren erfüllt werden, so müssen die an dem Rande der Scheibe angebrachten Hervorragungen von einem so geringen Querschnitt sein, dass sie kaum dargestellt werden können. Und wollte ich die Oeffnung des Objectivs durch Vorsetzung eines Diaphragma vermindern, so störten wieder die Interferenzerscheinungen, welche kleine Blendungen im Bildpunkte des Fernrohrs erzeugen. Rothe Spitzen lassen sich leicht auf künstlichen Hervorragungen erlangen, wenn man die damit versehene Scheibe ein wenig aus der Richtungslinie des Lichtes gegen das Fernrohr verschiebt. Eine bis zum Rand der Scheibe roth gefärbte Hervorragung konnte ich mit einiger Vollkommenheit darstellen, indem ich einen äusserst dünnen Silberdrath von kaum $0^{mm},04$ Durchmesser auf der Spitze einer Schraube befestigte, welche sich durch eine Kugel von $58^{mm},5$ Durchmesser schrauben liess, so dass die Drathspitze ein wenig aus der Kugel hervorsah. Der Drath wurde dadurch gewonnen, dass ich einen gewöhnlichen Silberdrath so lange in Salpetersäure hielt, bis nur noch ein äusserst dünnes Fädchen übrig geblieben war. Am schönsten erhielt ich aber die Erscheinung dann, wenn dünne Staubfädchen sich zufällig auf den Rand des verdunkelnden Körpers gesetzt hatten. Sie leuchteten im schiefen Lichte mit rother Farbe, und wurden bedeutend vergrössert. Bewegte sich der Sonnenstrahl des Heliostaten über der Rückseite der Fläche hinweg, so vergrösserte oder verkürzte sich die Erscheinung nach denselben Gesetzen, welche die Beobachtung bei der Sonnenfinsterniss wie die Theorie verlangen.

Wurde es mir auch schwer, eine bis zum Rande der Scheibe roth leuchtende Hervorragung darzustellen, so habe ich doch bemerkt, dass, wenn ich spitze Gegenstände auf den Rand einer Scheibe anbrachte, die Spitzen derselben stets eine intensiv rothe Erscheinung darboten, wenn sie im schiefen Lichte betrachtet wurden, ein Beweis, dass die rothe Erscheinung hauptsächlich dem secundären Spectrum zuzuschreiben ist. — Diese rothen Punkte bemerkt man häufig, wenn man gewisse Raupenhaare oder bestaubte Nadeln im Sonnenlicht betrachtet; sie entstehen ähnlich, wie die oben beschriebenen Erscheinungen durch Unebenheiten, welche das Mikroskop auf den Raupenhaaren zeigt, und welche der Staub auf den Nadeln bewirkt. — Noch ist es nöthig, darauf aufmerksam zu machen, dass die während der Sonnenfinsterniss beobachteten Erscheinungen im luftleeren Raume gebildet werden und von uns erst durch das Medium unserer Atmosphäre gesehen werden. Sie werden durch diesen Uebergang aus dem leren Raum in unseren Dunstkreis an Reinheit verlieren und um so mehr verlieren, ein je trüberer Himmel uns bedeckt. Bei der Betrachtung der Erscheinungen im Laboratorium findet ein solcher Uebergang nicht statt, die Erscheinungen treten also glänzender hervor. In Wahrheit stimmen die Schilderungen der 1842 unter dem glücklichen Himmel des südlichen Frankreichs und Italiens angestellten Beobachtungen mehr mit den Erscheinungen im Laboratorium, die Beobachtungen von Schumacher bei trübem Himmel in Wien erinnern hingegen mehr an diejenigen Erscheinungen, die wir jüngst in Schweden und im nördlichen Deutschland sahen.

Hiermit betrachte ich meine Aufgabe als gelöst. Es ist mir nicht gegeben gewesen, in der Sicherheit mathematischer Entwicklung alle Zweifel zu beseitigen, welche die Construction noch zurücklassen kann. Vielleicht aber

hätte ich dabei weniger an absoluter Ueberzeugung gewonnen, als an allgemeiner Verständlichkeit verloren, und diese letztere erstrebte ich besonders bei Erklärung von so allgemein interessanten Phänomenen. Zum Schluss sei mir noch gestattet, die Ergebnisse meiner Untersuchung in folgende Sätze zusammen zu drängen.

Durch die Beugung des Sonnenlichtes am Rande des Mondes in den Kernschatten entsteht innerhalb desselben die Erscheinung der Corona.

Die durch Interferenz des Lichtes entstehenden Farbensäume ausserhalb des Schattens erklären die verschiedenen Farben, welche man bei Sonnenfinsternissen an Wolken ausserhalb des Schattens beobachtet hat, sowie dasjenige verschiedenfarbige Licht, welches der totalen Finsterniss vorangeht und derselben folgt.

Das farbige Licht während der totalen Finsterniss erklärt sich durch das von der atmosphärischen Luft reflectirte Licht aus derjenigen gefärbten cylindrischen Hülle, welche den Kernschatten zunächst umgiebt.

Die dunklen und hellen radialen und schief gerichteten Strahlen der Corona sind Interferenzerscheinungen des an den Rändern der Mondberge gebeugten Lichtes, wenn diese Berge in oder nahe an der Verbindungslinie zwischen Beobachter und Sonne liegen.

Sind diese Berge aber besonders geformt, und liegen sie ausserhalb der genannten Verbindungslinie, so giebt das an ihnen gebeugte und interferirende Licht die Erscheinungen der rothen Hervorragungen.

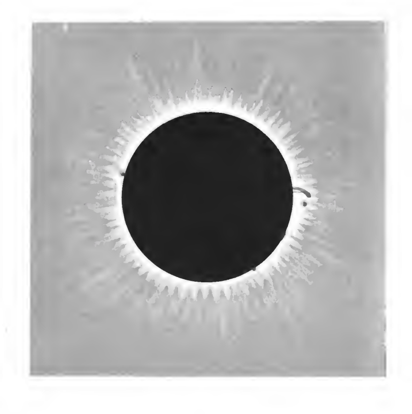
Die rothe Färbung der Hervorragungen, die vom Mondrande abgelösten rothen Flecke und das

Wachsen und Abnehmen der Hervorragungen je nach der relativen Stellung von Sonne, Mond und Beobachter ist begründet in dem Verhalten desjenigen Lichtes, welches im freien Raume befindliche Aethertheilchen dem Beobachter zusenden, wenn dieselben durch Interferenz des an den Mondbergen vorbeistreifenden und gebeugten Lichtes stärker erregt werden, als die ihnen benachbarten.

Greifswald den 8. October 1851.

Greifswald, gedruckt bei Fr. Wilh. Kunike.

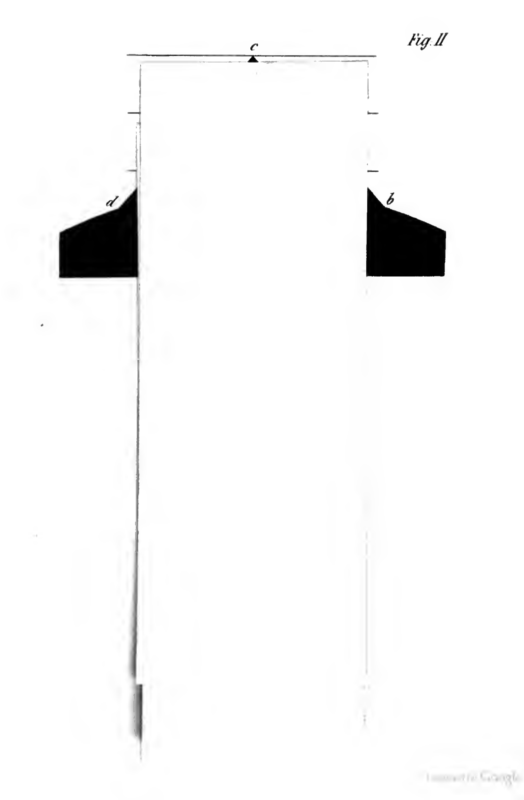
Fig. I



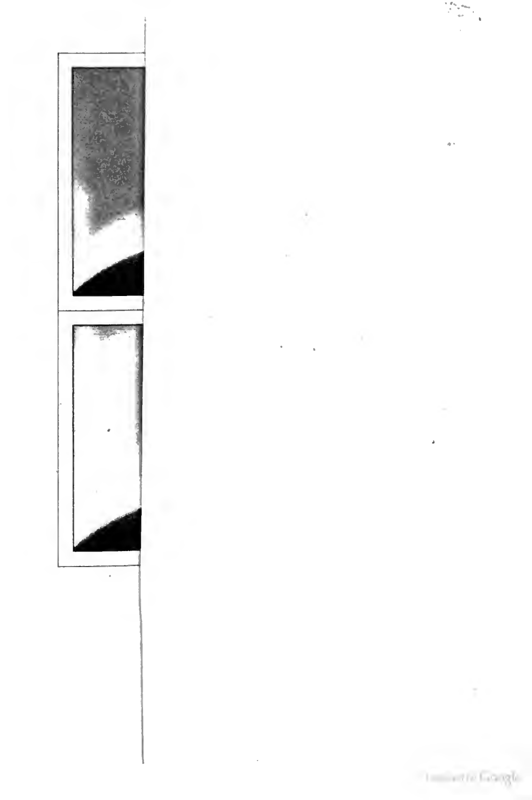
Totale Sonnenfinsterniß vom 28 Juli 1851,

beobachtet zu Carlscrona in Schweden

(im aufrecht zeigenden Fernrohr)


Fig. II
c
d
b









Fuch

